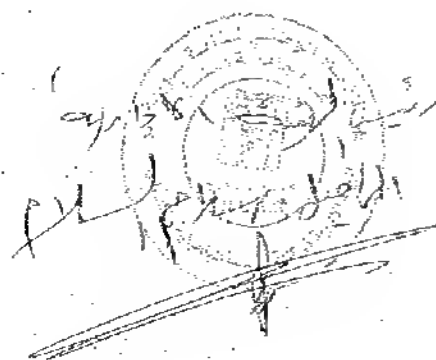


كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

## نوطه عملي الفيزياء

جميع اختصاصات السنة الأولى

الفصل الثاني 2009-2010



## التجربة الأولى

### قوانين أوم

أدوات التجربة وأجهزتها :

سلك مرن : نظم المقطع مركب على مسطرة مدرجة وبجهاز بزالقة لتعديل طوله .  
معدلة ، مدخرة ( بطارية ) ، مقياس فولت متعدد المجالات ومستمر ، مقياس  
أبير ، قاطعة ميكرومتر ، أسلاك توصيل مهمة المقاومة .

غرض التجربة :

التحقق من قوانين أوم في الدارات البسيطة وذلك بدراسة تغيرات فرق  
الكمون بين طرفي ناقل معدني بتأثير شدة التيار المار به .

المبدأ النظري :

أ - يقال عن ناقل AB انه يخضع لقانون أوم إذا كانت نسبة فرق الكمون  
بين طرفيه إلى شدة التيار المار به ثابتة ( قانون أوم الأول ) . أي أنه يوجد تناسب  
طردي بينهما ويعبر عن ذلك بالعلاقة :

$$R = \frac{V_A - V_B \text{ (فولط)}}{I \text{ (أمبير)}} \text{ (أوم)}$$

حيث  $R$  ثابتة تدعى مقاومة الناقل وتقدر بالأوم ( $\Omega$ ) ويتم قياس شدة التيار بالأمبير ( $A$ ) بواسطة جهاز (أمبير متر) يوضع على التسلسل مع الناقل  $AB$ . أما فرق الكمون ( $V_A - V_B$ ) فيتم قياسه بواسطة جهاز (فولط متر) يوضع على التفرع مع الناقل  $AB$ . ويرمز اختصاراً إلى فرق الكمون ( $V_A - V_B$ ) بالرمز ( $V$ ) وتصبح العلاقة (١) بالشكل :

$$V = RI$$

تعطى للشدة ( $I$ ) في السلك قيم مختلفة وتقاس قيم ( $V$ ) المقابلة لها بين مربطي السلك  $AB$  فإن دلت التجربة على أن النسبة ( $V/I$ ) ثابتة في سلك معين ضمن حدود أخطاء القياس كان قانون أوم الأول صحيحاً وتحققاً بالتجربة. وإذا مثلنا بيانياً فرق الكمون بين طرفي السلك الناقل بدلالة شدة التيار فحصل على خط مستقيم ميله يعطي الثابتة  $R$ .

ب - قانون أوم الثاني :

تدل التجربة على أن مقاومة سلك أسطواناني ناقل ( $R$ ) منتظم المقطع تتناسب طردياً مع طوله ( $L$ ) وعكسياً مع مساحة مقطعه ( $S$ ) وعامل التناسب يتوقف على طبيعة الناقل وعلى حالته الفيزيائية وتعطى بالعلاقة :

(٢)

(٣)

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

حيث  $\rho$  ثابتة وتدعى بالمقاومة النوعية لمادة الناقل وتعتمد على نوعية معدن الناقل وتعتمد على نوعية معدن الناقل وتقدر ( أوم X متر ) ومقلوبها

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

يسمى الناقلية النوعية للمعدن .

ج - قانون أوم الثالث :

في حالة دائرة مغلقة تحوي مقاومة خارجية ( R ) ومولداً قوته المحركة الكهربائية ( E ) ومقاومته الداخلية ( r ) ، تعطى شدة التيار بالعلاقة :

$$I = \frac{E}{R + r} \quad \begin{matrix} \text{( فولت )} \\ \text{( أوم )} \end{matrix}$$

ويتحدد نوع المولد بقوته المحركة الكهربائية ومقاومته الداخلية .

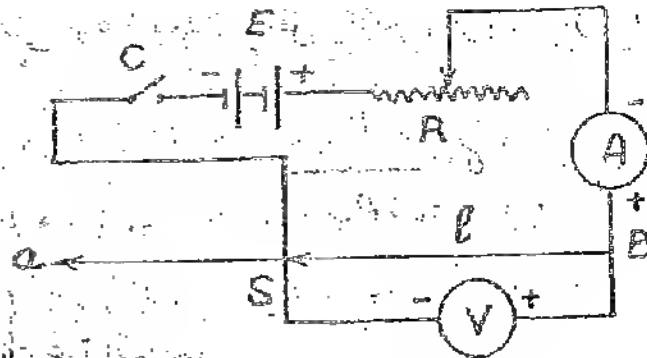
العمل المخبري التجريبي :

ركب دائرة كهربائية كالبيئة بالشكل ( ١ ) . مكونة من مدخرة ( E ) وقاطعة C ومعدلة ( R ) ومقياس ميلي أمبير موصول على التسلسل بين طرفي

( ٢ )

( ٤ )

لـسلك AB المشدود على لوحة خشبية ومقياس ميلي فولط متوصل على التفرع بين طرفي السلك .



الشكل رقم (١)

وتترك القاطعة مفتوحة حتى يتم فحص الدارة من قبل الاستاذ المشرف .

- تغيير شدة التيار بدلالة المقاومة ( فرق الكمون ثابت ) :

١ - ادخل المقاومة (R) كلها في الدارة واجعل طول السلك ( 20 cm ) مسطرة الزاوية (S) .

٢ - غير من قيمة المعدلة حتى يشير مقياس الفولط إلى ( 0,5V ) سجل قيمة التيار الموافقة .

٣ - كرر الخطوتين السابقتين من أجل أطوال مختلفة للسلك مع بقاء فرق كمون بين طرفي السلك ثابتا عند القيمة ( 0,5 V ) .

٤ - رتب النتائج في جدول كما يلي :

(٤)

(٥)

$V = 0,5 \text{ V}$	$L$ (M) $m$	0,20	0,30	0,40	.....	1
	$I$ (A)					
	$\frac{1}{L}$ $(\frac{1}{m})$					

الجدول رقم ( ١ )

يراعى في الجدول اتباع واحداً من الجملة الدولية :

ب - تغير فرق الكمون بدلالة شدة التيار ( طول السلك ثابت ) :

١ - اجعل طول السلك ثابتاً وليكن  $(L = 1 \text{ M})$  مثلاً :

٢ - عدل قيمة  $R$  المعدلة حتى يشير مقياس الأمبير إلى شدة تيار  $(0,2 \text{ A})$

ثم سجل قراءة مقياس الفولط .

٣ - أعد الخطوة السابقة من أجل شدة تيار مختلفة للتيار وسجل قيم فروق

الكمون الموافقة ورتب النتائج في جدول كالتالي :

⑤

⑤

$L = 1 \text{ Ml}$	$I$ (A)	0,2	0,4	0,6	.....	1
	$V$ (v)					
	$R = \frac{V}{I}$ ( $\Omega$ )					
	$\bar{R}$ ( $\Omega$ )					

الجدول رقم (٢)

ج - - تغير فرق الكمون بدلالة المقاومة ( شدة التيار ثابتة ) :  
 ١ - أعد العمليات السابقة ولكن هذه المرة يجعل شدة التيار ثابتة وتساري  
 ( 0.5 A ) .  
 وسجل النتائج في جدول كالتالي :

$I$	$L$ (M)	0,20,	.....	1
$I = 0,5 \text{ A}$	$V$ (v)			

الجدول رقم (٣)

ملاحظة : في الدارة ننتقل فقط صفياسا انقول ونقول على الشدة

٦

٧

### حساب المقاومة النوعية :

- ١ - قس قطر السلك بواسطة الميكرومتر وذلك في ثلاث نقاط مختلفة منه ثم احسب القراءة الوسطية واحسب سطح مقطعه (S) .
- ٢ - احسب المقاومة النوعية للسلك (R) بتطبيق العلاقة (٢) مستخدماً مقاومة السلك التي حطت عليها من الجدول (٢) أو من لحظ البياني المرسوم بين تيارات (V, I) .
- ٣ - احسب الخطأ المطلق المرتكب في قياس R وكتابتها بالشكل :

$$R = (R \pm \Delta R) \Omega$$

### الرسم البياني :

- ١ - ارسم بياناً العلاقة بين شدة التيار (I) على المحور الشاقولي ومقلوب طول السلك  $(\frac{1}{L})$  على المحور الأفقي (الجدول رقم ١) وأوضح شكل الخط البياني .
- ٢ - ارسم بياناً العلاقة بين فرق الكمون (V) على المحور الشاقولي وطول السلك (L) على المحور الأفقي وأوضح شكل المنحني وكيف نحصل على شدة التيار الثابتة من ميل المنحني (الجدول ٢) .
- ٣ - ارسم بياناً العلاقة بين فرق الكمون (V) على المحور الشاقولي وشدة التيار (I) على المحور الأفقي وأوضح شكل المنحني واستنتج مقاومة السلك (الجدول رقم ٣) .

(٧)

(٨)



## التجربة الثانية

### جسر وطسطن

1 - الغاية من التجربة:

أ - تعيين مقاومة مجموعة باستخدام جسر وطسطن.

ب - التحقق من قانون جمع المقاومات على التسلسل.

ج - التحقق من قانون جمع المقاومات على التفرع.

د - التعرف على طريقة قياس المقاومات المستخدمة في الأجهزة والدارات الكهربائية.

2 - أدوات التجربة:

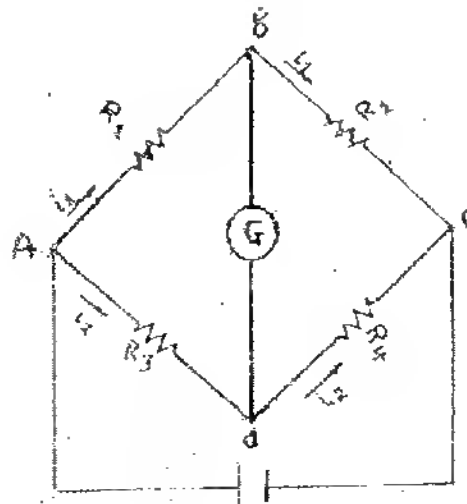
جسر وطسطن: وحدة تغذية بالتيار المتواصل، مقاومات عبارة، مضمار فولط، مقاومات مجهولة، أسلاك توصيل.

3 - المبدأ النظري:

وصف الجسر: يتألف جسر وطسطن من شبكة كهربائية تحتوي أربع مقاومات ثلاث منها معلومة أما الرابعة فهي المجهولة التي نرغب في قياسها، وتحتوي وحدة تغذية تعطي تياراً مستمراً، وجهاز غلفاني (G) حساس للتيار ويسمى الشكل (1) الدارة النظرية لجسر وطسطن.

المقاومات الأربعة هي  $R_1, R_2, R_3, R_4$  تشكل دائرة كهربائية هي A B C D.

ينتقل قطبا وحدة التغذية بالمربطين (A) و (C) بينما ينتقل بالمربطين الآخرين B و D بجهاز الغلفاني.



الشكل (1)

٩

توازن الجسر:

عندما يتوازن الجسر وتساوي فرق الكمون بين النقطتين (B) و (D) معلوماً أي  $V_B = V_D$  حيث  $V_B = V_A - V_C$  و  $V_D = V_A - V_C$  هو كمون النقطة (D). ففي حالة توازن الجسر تكون شدة التيار الكهربائي  $(i_1)$  في الفرع AB مساوية لشدة التيار في الفرع (BC) وتكون شدة التيار الكهربائي  $(i_2)$  في الفرع (AD) مساوية لشدة التيار في الفرع (DC). حيث أن التيار (i) انبعاث من وحدة التغذية يتفرع إلى فرعين هي  $(i_1)$  و  $(i_2)$  عند النقطة (A) وعند وصول التيار إلى (D, B) يتفرعان مرة أخرى. ونحصل على:

$$V_A - V_D = V_A - V_B \quad (1)$$

$$V_D - V_C = V_B - V_C \quad (2)$$

$$i_1 R_1 = i_2 R_3 \quad (1')$$

$$i_1 R_2 = i_2 R_4 \quad (2')$$

وبالتقسيم والاعتماد نحصل على العلاقة التالية:

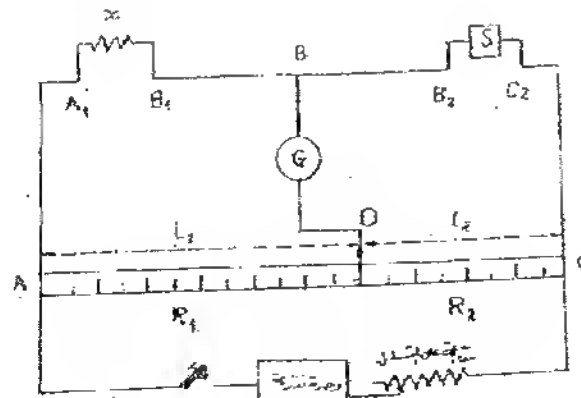
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad (3)$$

فإذا أعطيت المقاومات  $R_2, R_3, R_4$  يمكن استخراج المقاومة الرابعة  $(R_1 = X)$  المجهولة وذلك في حالة توازن الجسر.

وبالحاجة عادة لاستخدام مقاومة عبارة (X) منبوعة مكان  $R_2$  ونقوم مقام المقاومتين  $R_3, R_4$  جزءا السلك ADC وهما  $L_1, L_2$  وذلك لأن نسبة مقاومتي سلكين متجانسين تساوي نسبة طوليهما بحسب العلاقة: انظر الشكل (2) وبصيح الشكل النهائي للعلاقة (3).

$$\frac{X}{S} = \frac{L_1}{L_2} \quad R = \rho \frac{L}{S}$$

$$\text{أو (4) } X = S \frac{L_1}{L_2} \quad \text{حيث } (L_1) \text{ يقابل المقاومة المجهولة: } (L_2) \text{ يقابل المقاومة العبارية (S).}$$



الشكل (2)

- 1 — نصل الدارة كما في الشكل (2).  
حيث أن الجسر المتري (ووسطين) هو مؤلف من مسطرة خشبية طولها متر ومربوط في طرفيها سلك معدني متجانس ومتنظم المقطع (AC) ونترق فوق السلك الزائفة D نستخدم لتحقيق توازن الجسر ويتصل طرفا السلك بقطع نحاسية بجهرة في نهايتها بمرايح هي  $B_2, C_2, B_1, A_1$ .  
2 — نصنع إحدى المقاومات المجهولة  $X_1$  بين الربطين  $(A_1, B_1)$  والمقاومة العيارية (S) بين الربطين  $(B_2, C_2)$ .  
3 — نصل وحدة التغذية عن طريق مخرج التيار المتردد ذي الكمون المتغير إلى مأخذ تيار المدينة (220V) واجعل الزائفة D عند منتصف السلك (AC) أي عند التدريج (50) على المسطرة.  
4 — نبحث عن نقطة التماس (D) بين السلك  $(C - D)$  الموصول إلى المقياس الغلفاني (G) والسلك المتري (AC) والتي من أجلها يبقى المؤشر في وضع استقراره.  
ونؤكد بأن تزيح الربط D قليلاً إلى إحدى الجهتين فإن مؤشر المقياس يحرف أيضاً.  
ونؤكد أيضاً أنك إذا وضعت الربط (D) عن السلك ثم أعدته لنفس النقطة فإن المؤشر يبقى مستقراً إن قطع الدارة ووصلها لا يؤثر على وضع الاستقرار.  
5 — سجل الطولين  $(L_1, L_2)$  اللذين تحددان النقطة (D) عن السلك (AC) افطع التيار من وحدة التغذية منعاً لزيادة ارتفاع درجة حرارة السلك (AC).  
بادل بين موضعي (S) و  $(X_1)$  وابحث عن التوازن الجديد للجسر.  
لكن  $(I_1')$  طول السلك المقابل للمقاومة  $(X_1)$  و  $(L_2')$  طول السلك المقابل للمقاومة العيارية (S) احسب المقاومة  $X_1$  من العلاقة:

$$X_1 = S \frac{\overline{L}_1}{\overline{L}_2} \quad (5)$$

$$\overline{L}_1 = \frac{L_1 + L_1'}{2} \quad \overline{L}_2 = \frac{L_2 + L_2'}{2} \quad \text{حيث}$$

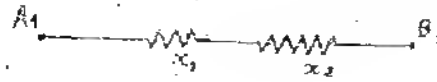
إن طريقة مبادلة المقاومتين  $(X_1, S)$  تؤدي إلى إنقاص الارتفاع الناتج عن عدم انتظام مقطع السلك وعن خطأ التوصيل عند طرفيه.

- 6 — أعد الإجراء من (4 — ....) بالنسبة لكل من المقاومتين المجهولتين  $(X_2) - (X_3)$  سجل النتائج في جدول كما يلي:

المقاومة المجهولة	المقاومة S العبارة $\Omega$	$L_1$ m	$L_2$ m	$\bar{L}_1$ m	$\bar{L}_2$ m	$X = S \frac{\bar{L}_1}{\bar{L}_2}$ $\Omega$
$X_1$						
$X_2$						
$X_3$						

جدول (1)

7- صل المقاومتين ( $X_1$  و  $X_2$ ) على التسلسل وأعد الإجراء السابق مستخدماً المقاومتين الموصولتين على التسلسل بدلاً من إحدهما كما في الشكل (3).



شكل (3)

سجل النتائج في جدول كما يلي:  
المقاومتان على التسلسل.

جدول (2)

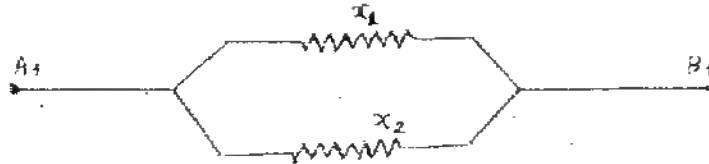
S	$L_1$	$L_2$	$\bar{L}_1$	$\bar{L}_2$	$X' = S \frac{\bar{L}_1}{\bar{L}_2}$ $\Omega$	$X = X_1 + X_2$ $\Omega$	$100 \frac{\Delta X}{X} \%$

من النتيجة التحريية  $X' = S \frac{\bar{L}_1}{\bar{L}_2}$  تطابق النتيجة التي يفرضها قانون جمع المقاومات على التسلسل  $X = X_1$

$X_2$  ؟ سجل الفرق بين التبعيتين

$\Delta X = |X' - X|$  ناقش الارتيابات.

8- صل المقاومتين ( $X_1$  و  $X_2$ ) على التفرع وأعد الإجراء السابق مستخدماً المقاومتين الموصولتين على التفرع بدلاً من إحدهما كما في الشكل (4).



سجل النتائج في جدول كما يلي:

19

المقاومتان على التفرع جدول (3).

S	$L_1$	$L_2$	$'L_1$	$'L_2$	$\bar{L}_1$	$\bar{L}_2$	$X = S \frac{\bar{L}_1}{\bar{L}_2}$	$X = \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2}$	$100 \frac{\Delta X}{X} \%$

جدول (3)

ناقش كما في الجدول السابق.

طريقة قياس المقاومات المستخدمة في الأجهزة والدارات الكهربائية.

تم هذا القياس بقراءة قيم المقاومات للون المستخدمة في الأجهزة الإلكترونية حيث رمز لكل رقم من الصفر حتى تسعة بلون معين كما في الجدول الآتي:

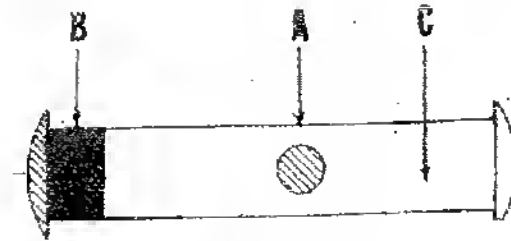
العدد	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
اللون الذي يدل عليه	أسود	بني	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجي	رمادي	أبيض
A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>

جدول (4)

يوجد من المقاومات نوعان يظهران بالشكلين (5)، (6).

في الشكل (5) يدل لون الجسم (A) على الرقم الأول من اليسار ويدل لون الطرف (B) على الرقم الذي يليه أما لون البقعة (C) فيدل على عدد الأصفر التي ينبغي وضعها أمام الرقمين السابقين.

مثلاً إذا كان لون الجسم بنياً وانطرف أحمر والبقعة برتقالي كانت القيمة المطلوبة (12000Ω).



شكل 5

أما الشكل (6) بجوي هذا النوع أربع حلقات A, B, C, D يكون لون الحلقة D فضياً أو ذهبياً.

12

وبدّل لون الحلقة (A) على الرقم الأول من اليسار ولون الحلقة (B) على الرقم الذي يليه، أما لون الحلقة (C) فيبدّل على عدد الأصفار التي ينبغي وضعها أما الرقمين السابقين.

إذا افترضنا أن الحقايق الثلاثة صفراء اللون مثلاً كانت قيمة المقاومة  $(440\ 000\ \Omega)$

وبدّل اللون الفضي على أن الخطأ النسبي في قيمة المقاومة هو  $(10\%)$  في حين أن اللون الذهبي يدل على أن الخطأ النسبي في قيمة المقاومة هو  $(5\%)$ .



شكل 6:

العمل:

- 1 — تدريب على قراءة المقاومة التي لديك باستخدام جدول الألوان واكتب قيمتها مباشرة مع الخطأ المطلق والخطأ النسبي بالشكل  $R_1 = (R \pm \Delta R)$ .
- 2 — صل المقاومة بالآفومتر واقرأ القياس الحاصل بالأوم.
- 3 — قارن القراءة المباشرة مع القياس الحاصل بالآفومتر وسجل نتائجك في جدول واحسب الفرق ماذا نستنتج؟

## التجربة الثالثة

### قياسات أساسية باستخدام راسم الاهتزاز المهيطي

سنقوم الآن ببعض القياسات الأساسية مستخدمين راسم الاهتزاز المهيطي . والقياسات المطلوب إجراؤها هي :

قياس التوتر والتواتر .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

- 1 — راسم اهتزاز مهيطي
- 2 — مولد إشارات يعطي إشارات متعددة الأشكال : جيبية ، مثلثية ، مستطيلة ، بسعات مختلفة وتواترات مختلفة .
- 3 — مقبّاس فولط أو منبّاس متعدد الأغراض لقياس التواترات المستمرة والمتغيرة .
- 4 — بطارية جافة أو منبع تغذية يعطي توتراً مستمراً .
- 5 — محوطة نحاسية للتوتر تعطي توتراً يتراوح بين 6 و 12 فولطاً .
- 6 — مقبّاس وأسلاك توصيل .

أولاً — قياس التواترات :

أ — قياس التواترات المستمرة dc : من أجل ذلك اتبع مايلي :

- 1 — صل الراسم بمأخذ تيار المدونة وضعه في حالة التشغيل مستعيناً بفتاح التشغيل . احذف قاعدة الزمن واضبط حزمة الالكترونات في مركز الشاشة . استخدم مفتاح التحكم لتوضيحها ومفتاح الشدة لضبط شدتها .
- 2 — ضع مفتاح الحساسية الشاقولية على الوضع  $0.5 \text{ V/cm}$  مثلاً ، أو اختر حساسية أخرى إذا اقتضى الأمر ذلك .

- 3 — صل مربطي البطارية أو منبع التغذية المستمر إلى مربطي الدخول الشاقولي لراسم الاهتزاز ( المربط Y والأرض ) . لاحظ جهة انحراف البقعة على الشاشة ومقدار هذا الانحراف . انعكس وصل البطارية أو المنبع إلى الراسم ولاحظ جهة و مقدار انحراف البقعة من جديد .

احسب وسطى الانحرافين ثم استنتج قيمة توتر البطارية أو منبع التغذية المستمر وذلك بضرب بقية وسطى الانحرافين في قراءة مفتاح الحساسية الشاقولية التي اخترتها . فتر قيمه الخطأ المرتك .

- 4 — استخدم مقبّاس فولط مستمر لقياس توتر البطارية أو المنبع ، وعين الخطأ المرتكب في هذا القياس .

- 5 — أعد العمل من أجل بطارية أخرى أو منبع آخر ، وسجل النتائج في جدول مناسب كالتالي وفارها ببعضها :

القياسات التجريبية	الانحراف للأعلى (cm)	الانحراف للأسفل (cm)	وسطى الانحرافين	الحساسية الشاقولية V (cm)	توتر البطارية (V)	قياس التوتر بمقبّاس فولط (V)
البطارية (1)						
البطارية (2)						

ب - قياس الترددات المذبذبة ( a . c ) بواسطة ترانسيم . من أجل ذلك اتبع مايلي :

1 - صل مولد الإشارات بأخذ نيار المذبذبة وصعه في حالة التشغيل ثم انتظر قليلاً . ضع المولد في الوضعة التي يعطي فيها موجة جيبية . تحكم في إجهاد بحيث تقع في على هذه الموجة بسعة تتأرب 10 فولط من القمة إلى القمة وبتواتر قدره 1 KHz تقريباً .

يفضل الرجوع إلى التعليمات الخاصة بتشغيل مولد الإشارات هذا أو الاستعانة بالمشراف عند الضرورة .

2 - ضع مفتاح الحساسية الشاقولي على الوضع  $2 \text{ V / cm}$  مثلاً ، أو أي وضع آخر يتاسب القياس الذي تقوم به .

3 - صل مخرج مولد الإشارات بدخول وانسم الاهتزاز الشاقولي مستخدماً مقاييس خاصة لذلك . ستشاهد على الشاشة أثر الموجة الجيبية . احذف قاعدة الزمن على الراسم فتتحول الأثر إلى خط شاقولي . علل ظهور هذا الخط .

4 - قس طول الخط على الشاشة واحسب عدد الفولطيات المقابلة . إن ما حصلت عليه يعطيك سعة التسيور الخارج من مولد الإشارات  $V_{p-p}$  من القمة إلى القمة ، أي  $2 \text{ V}$  ، حيث تمثل  $\text{V}$  سعة التوتر الجببي المطبق .

5 - احسب القيمة المتحة للتوتر الجببي المطبق من العلاقة :

$$V_e = \frac{V}{\sqrt{2}} = 0.707 \text{ V Volts}$$

6 - استخدم مقياس فولط متناوب وقس القيمة المتحة  $V_e$  للإشارة الجيبية السابقة . وقارن النتيجة بما حصلت عليه أعلاه . سجل نتائجك في جدول كالتالي :

القياسات التجربة	طول الخط على الشاشة (cm)	قراءة الحساسية $V (\text{cm})$	$V_{p-p}$	التوتر المنتج $V_e$	مقياس الفولط $V_e$
قياس (1)					
قياس (2)					

ج - قياس الترددات ذات الموجة المستطيلة : من أجل ذلك اتبع مايلي :

1 - ضع مولد الإشارات على الوضعة التي يعطي فيها موجة مستطيلة .

2 - شاهد على الشاشة أثر الموجة المستطيلة . احذف قاعدة الزمن على الراسم وشاهد تحول الأثر إلى خط شاقولي .



- 3 - تس طرول هذا الخط على الشاشة واحسب سعة الموجة المستطيلة  $V_{p-p}$  من القمة إلى القاع  $V_c =$  .....  $V$  على الراسم
- 4 - استخدم مقبّاس المعنط المتناوب لقياس القيمة المتجهة للموجة المستطيلة  $V_c$  :  $V_c =$  .....  $V$
- 5 - ما هي العلاقة بين سعة الموجة المستطيلة  $V = \frac{V_{p-p}}{2}$  والقيمة المتجهة  $V_c$  لهذه الموجة المستطيلة ؟

ثانياً - قياس دور وتواتر موجة جيبية :

- 1 - ضع مفتاح قاعدة الزمن في الراسم على الوضع  $0.5 \text{ ms / cm}$  ولاحظ ظهور خط أفقي على شاشة الراسم .
- 2 - اختر تواتراً قدره  $1 \text{ kHz}$  على مولد الإشارة وانتخب وضع الإشارة الجيبية على هذا المولد ثم صل مربطه بمربطي الانحراف الشاقولي لراسم الاهتزاز ولاحظ ظهور الموجة الجيبية على شاشة الراسم .
- 3 - نس عدد الاستمرات التي يغطيها دور كامل واستنتج من قراءة مفتاح قاعدة الزمن دور الاهتزاز الجيبي . استنتج قيمة التواتر بأخذ مقلوب هذا المقلد .
- 4 - فارن التواتر الذي قسناه بهذه الطريقة مع التواتر المأخوذ على المولد .
- 5 - غيّر قيمة التواتر على المولد واجعله  $10 \text{ kHz}$  في هذه المرة . ثم أعد المراحل السابقة . يمكنك التعبير وضعة مفتاح قاعدة الزمن إذا لزم الأمر .
- 6 - سجل نتائج القياس في جدول كالتالي :

جدول قياس دور وتواتر موجة جيبية

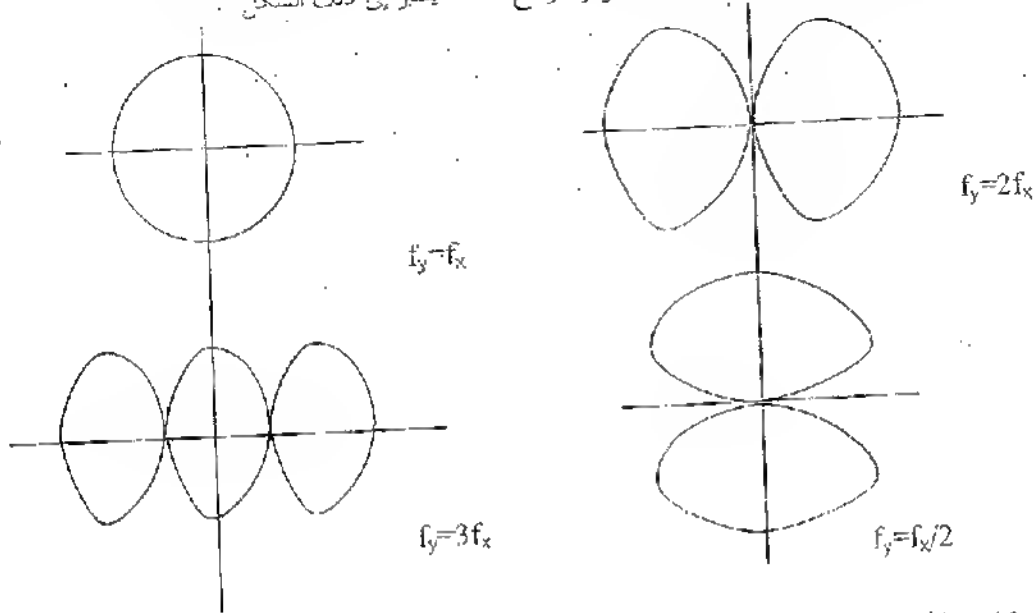
تواتر الاهتزاز $F(\text{Hz})$	دور الاهتزاز $T(\text{s})$	قراءة قاعدة الزمن $\text{ms / (cm)}$	طول دور الاهتزاز $(\text{cm})$	القياسات
				تواتر المولد
				$F_1 = 10^3 \text{ Hz}$
				$F_2 = 10^4 \text{ Hz}$
				-----
				-----

## التجربة الرابعة

قياس التواتر بواسطة منحنيات ( أشكال ) ليساجو باستخدام راسم الاهتزاز الهبطي

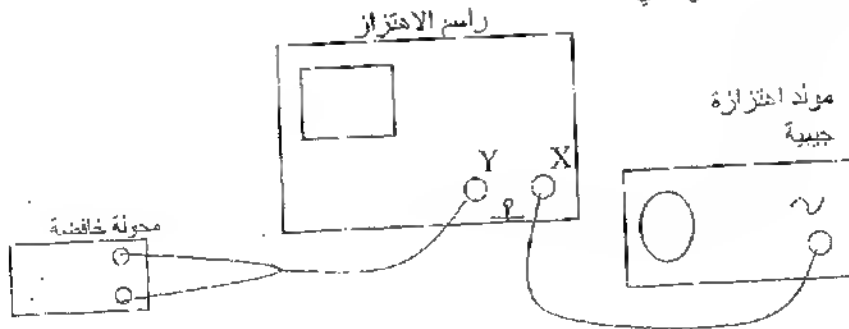
بعد قياس التواتر عن طريق تشكيل أشكال ليساجو طريقة دقيقة لقياس تواتر مجهول بفارسته بتواتر معلوم ندفة وماخوذ كمرجع .

يطبق التواتر المرجع على المدخل X لراسم الاهتزاز الهبطي بعد حذف قاعدة الزمن على الراسم ، كما يطبق التواتر المجهول على المدخل Y . إن الأشكال التي نحصل عليها ( المعروفة باسم منحنيات ليساجو ) والتي نظهر على الشاشة نعطينا قياساً دقيقاً للتواتر المجهول بإزالة التواتر المرجع ، كما يشير إلى ذلك الشكل .



للقام بالتجربة ابع مايلي :

1 - ركب الدارة البنية في الشكل اتالي :



2 - اخذ الإشارة المرجع التي هي موجة جيبية ثابتة السعة من خرج مولد إشارة وصلها إلى المدخل X من راسم الاهتزاز الهبطي بعد حذف قاعدة الزمن وذلك بوضعه على الوضعة EXT .

3 - صل خرج المحولة ، التي تعطي موجة جيبية تواترها هو تواتر التغذية الأساسية للمدينة الذي يساوي 50 Hz : إلى المدخل Y من راسم الاهتزاز الهبطي .

4 — حرك قرص مولد الإشارة حول التواتر 50 Hz لتحصل على دائرة أو قطع ناقص مستقر على شاشة الراسم

5 — أعد العملية من أجل تواترات أخرى 25 Hz و 100 Hz و 150 Hz

6 — لاحظ الأشكال التي تحصل عليها وانقل آثارها .

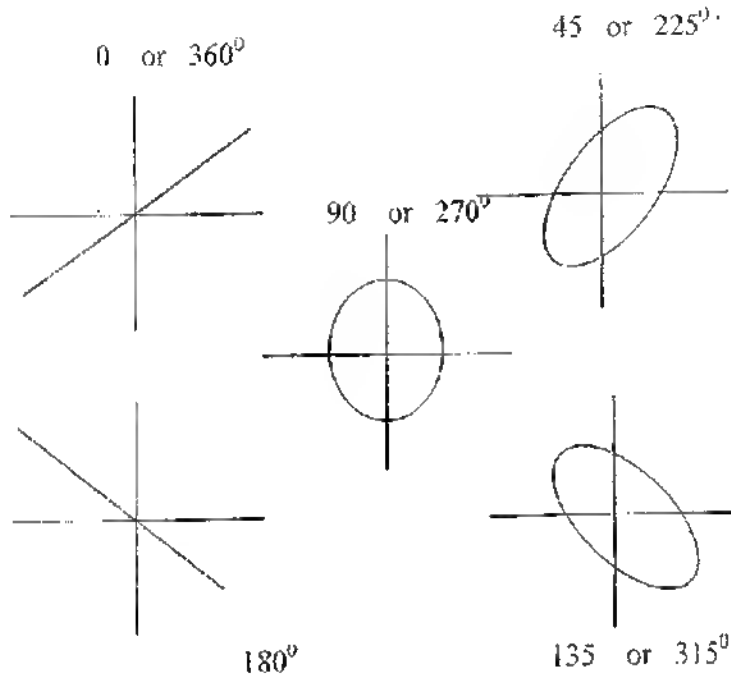
— قياس فرق الطور بين إشارتين جيبيتين :

موجز نظري : نفرض أنه لدينا إشارتان جيبيتان بينهما فرق في الطور قدره  $\phi$  احدهما على المحور OX والأخرى على المحور OY ، وهما من الشكل :

$$X = x \sin \omega t \quad (1)$$

$$Y = y \sin (\omega t + \phi) \quad (2)$$

إن حذفنا  $t$  من المعادلتين بعطى منحنيًا يأخذ الأشكال المختلفة المبينة في الشكل التالي والموافقة لقيم مختلفة لفرق الطور .



من أجل القيمة الخاصة  $\phi = 0^\circ$  لفرق الطور ، تؤول المعادلتان السابقتان إلى :

$$X = x \sin \omega t \quad (3)$$

$$Y = y \sin \omega t \quad (4)$$

إذا حذفنا الآن  $t$  من المعادلتين حصلنا على :

$$Y = \frac{y}{x} X \quad (5)$$

وهي معادلة مستقيم ميله موجب لأن كلا من  $X$  و  $Y$  ثابتة موجبة .

17

لما في الحالة العامة حيث  $\phi \neq 0$  فإن  $X=0$  مرتين :

في المرة الأولى عندما  $t=0$  وفي المرة الثانية عندما  $t = -\frac{\pi}{\omega}$

يوافق الانحدام الأول قيمة لـ  $Y$  نرمز لها بـ  $B$  :

$$Y(0) = y \sin(\phi + 0) = B \quad (6)$$

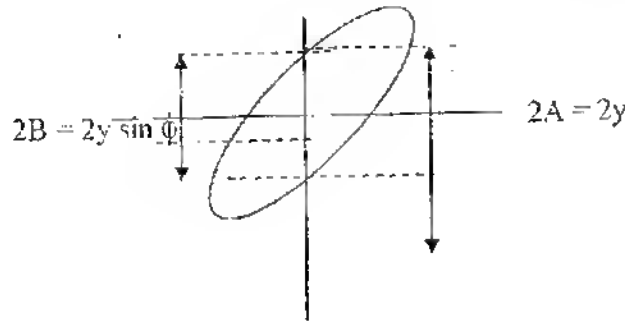
كما يوافق الانحدام الثاني قيمة لـ  $Y$  هي نظيرة النقط السابقة لأن :

$$Y\left(-\frac{\pi}{\omega}\right) = y \sin\left(\pi + \phi\right) = -Y \sin \phi = -B \quad (7)$$

وتكون المسافتين بين الانحدامين على انحراف الشاقولي هي  $2y \sin \phi = 2B$

إذا قسمنا هذه المسافة  $2B$  على  $2A$  التي تمثل السعة العظمى لـ  $Y$  فإننا نحصل على  $\sin \phi$  ، ومنه نجد قيمة  $\phi$  ، فرق الطور بين الاهتزازتين التجريبتين .

ويبين الشكل التالي المجهني الذي يظهر على الشاشة في الحالة العامة .



ويوضح من الشكل أن :

$$\frac{2B}{2A} = \frac{B}{A} = \sin \phi \quad (8)$$

الإجراء التجريبي :

نلخص فيما يلي مراحل العمل من أجل قياس فرق الطور بين إشارتين جيبيتين :

1 — شكل دائرة كتمك المبينة في منحنيات ليساجو ، ومن أجل ذلك :

أ — صل الملف الثانوي للمحولة الحافضة للتوتر بحرطتي الانحراف الشاقولي للرسم بعد اختيار وضع مناسب لفتاح الحساسية الشاقولي .

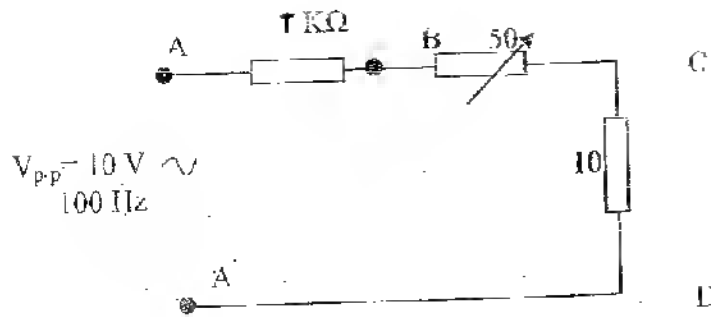
ب — احذف فاعدة الزمن ، وحدد تواتراً قريباً من 50 Hz من المرازدة التي تعطي إشارة جيبية . طبق هذا التواتر على لوحتي الانحراف الأفقي للرسم . لاحظ ظهور القطع الناقص على الشاشة .

2 — هل يتغير القطع بين وضعين مستقيمين كما يبين في الشكل السابق ؟ فسر سبب ظهور هذا الوضع .

3 — حرك فرض المرازدة ببطء حتى تحصل على وضع مستقر للقطع على الشاشة ، ثم قس فرق الطور بين التوتري الذي تولده المرازدة والتوتر الذي تعطيه المحولة مستقيماً من النتيجة التي وصلنا إليها أعلاه في قياس هذا الفرق في الطور ( المعادلة 8 ) .

4 — أ — ركب الدارة المبينة في الشكل باستخدامك اللوحة الخاصة بذلك بعد أن تغذيها في المدخل AA

بإشارة جيبية مأخوذة من مخرج مولد للإشارة سعتها 10 v من القمة إلى القعة وتواترها 100 Hz .



ب — طبق التوتر الخارج من الدارة بين القطبين C و D على المنخل Y لرسم الاهتزاز واحذف قاعدة الزمن من الرسم .

ج — طبق التوتر المشكل بين القطبين B و D على المنخل X من رسم الاهتزاز ولاحظ أثر المشكل على الشاشة . ضع مفتاح الحساسية الشاقولية في وضع يمكنك من إظهار الأثر بشكل جيد . ما هو شكل الأثر الظاهر على الشاشة ولماذا ؟

د — احذف المقارمة  $10\text{ K}\Omega$  بين C و D من الدارة واستعوض منها بمكثف  $C = 0.047\text{ }\mu\text{F}$  ثم عبّر التواتر على مولد الإشارة الحبية واجعله في هذه المرة  $1\text{ KHz}$  . شاهد الأثر الجديد المشكل على شاشة رسم الاهتزاز . ثم لاحظ تغير وضع الأثر على الشاشة أثناء تغير قيمة المقاومة المتغيرة  $50\text{ k}\Omega$  . هل يمكنك إظهار الأشكال المختلفة للقطع المقابلة لزوايا فرق طور مختلفة ؟

هـ — استخرج العلاقة التي تعطي فرق الطور  $\theta$  بين التوتر المشكل بين طرفي المكثف والتوتر المشكل بين طرفي المقاومة في الدارة السابقة .

ما هي قيم المقاومة المتغيرة التي يجب استخدامها للحصول على فرق طور قدرها 30 و 45 و 60 درجة على الترتيب ؟

و — استخدم القيم السابقة للمقاومة المتغيرة وارسم أثر القطع المشكل في كل مرز واستنتج من ذلك زاوية فرق الطور . قارن بين القيم النظرية المحسوبة لفرق الطور والقيم التي فستها على الشكل ز — رتب النتائج التي حصلت عليها في جدول مناسب مع مقارنتها بالقيم النظرية .

(C1)

## التجربة الخامسة

التجربة رقم ( ٥ )  
قياس ثابت لزوجة سائل بطريقة الجريان الشعري

١- أدوات التجربة وأجهزتها وموادها :

حوض اسطوانتي من الماء - أنبوب شعري أفقي - أنبوب من المطاط  
- سدادة مثقوبة من محورها ومصنوعة من المطاط - عداد ثواني - مسطرة  
ملمتريه - اسطوانة مدرجة عيارية - ورق نشاف .

٢- الهدف من التجربة :

دراسة لزوجة الماء النقي وتعيين ثابت لزوجته (  $\eta$  ) تجريبيا بطريقة  
الجريان الشعري .

٣- المبدأ أو النظرية :

تعطي ثابت لزوجة سائل (  $\eta$  ) في الدراسات النظرية بالدستور التالي :

$$\eta = c \frac{h \cdot t}{V} \dots (1)$$

$$c = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot \rho \cdot g}{8 L} \dots (2) \text{ حيث :}$$

(  $\eta$  ) : ثابت اللزوجة التي نقدرها بوحدة الباسكال x ثانية

( Pa . s )

( V ) : حجم الماء الذي نجمعه في فترة زمنية معينة من الأنبوب

الشعري الأفقي الشكل ( ١ ) ويقدر بوحدة (  $m^3$  ) .

CC

(h) : ارتفاع سطح الماء السائد في الحوض قبل جريان في الأنبوب

الشعري ويقدر بالمتر (m)

(t) : زمن جريان حجم معين (V) من الماء في الأنبوب الشعري ويقدر

بالثانية (s)

وحيث :

(P) : هي الكتلة الحجمية للماء النقي وتساوي :

$$P = 1 \frac{g}{cm^3} = 10^3 (kg \cdot m^{-3})$$

(g) : تسارع الثقالة الأرضية :

$$g = 9,80 m \cdot s^{-2}$$

(L) : طول الأنبوب الشعري الأتقي وتساوي :

$$L = 45 cm = 0,45 m$$

(r) : نصف قطر الأنبوب الشعري المذكور وتساوي :

$$r = 75 \times 10^{-2} m \cdot m = 75 \cdot 10^{-6} m$$

(C) : هي الثابتة في المستوى 2 (ويقدر بالباسكال  $\times$  متر مربع) -

$$(Pa \cdot m^2)$$

٣- وصف الجهاز :

يألف الجهاز المستخدم في الشكل (1) من الأجزاء التالية :

١- حوض أسطوانتي توضع فيه كمية ملائمة من الماء النقي .

٢- أنبوب شعري من الزجاج (AB) يتصل بحوض الماء بواسطة

من المطاط التي تحصرها في الفتحة الجانبية للحوض وتسمى أن

٢٢

الشعري أنقيا وملائما لجريان الماء منه .

٢- يتصل في النهاية الثانية من الأنبوب الشعري الأنبوب من المطاط اتصالا

محكما ويستخدم لهذا الغرض قطعة خصاصا بالقرب من نهاية الأنبوب الشعري

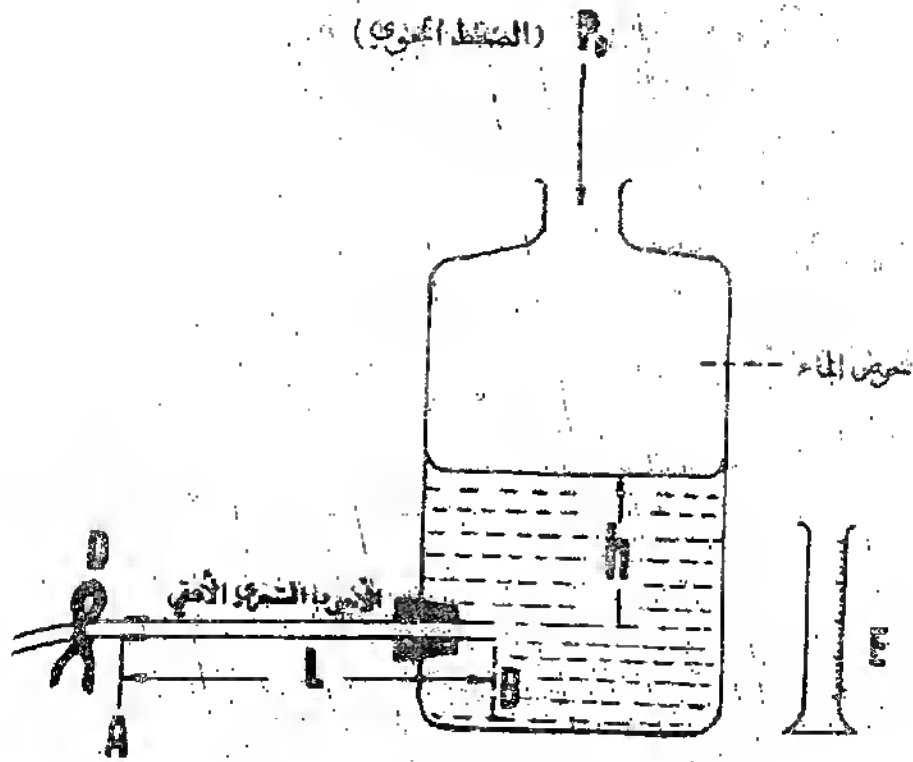
ما أمكن تجنبها من ارتكاب خطأ اضافي هو الخطأ الطرفي .

٣- اسطوانة عيارية مدروسة تدريجيا دقيقا لقياس حجم الماء الجاري ( ٧ )

من الأنبوب الشعري خلال فترة زمنية معينة ويتم ذلك بواسطة فتح ثم غلق

المقطع على الأنبوب المطاط الخاص .

٤- محدد ثواني .



كل - ١ -

٨٤ -

٥٤



#### ٤- الأجزاء التجريبية :

١- تضع في الحوض الاسطوانية كمية ملائمة من الماء النقي على  
( h ) وليكن :

$$h \simeq 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$$

٢- نقيس ( h ) ارتفاع الماء في الحوض بواسطة دقيقة او بواسطة  
المسطرة وذلك اعتباراً من منتصف ثقب الأنبوب ( AB ) وحتى سوية  
في الحوض ( ويمكن انجاز ذلك القياس بواسطة عينية نظارة ) ثم نفتح  
( A ) بواسطة ( D )

٣- ننزع جريان الماء في الأنبوب ( AB ) من نهايته ( A ) بواسطة  
( D ) بعد انقضاء فترة زمنية ( t ) نعينها بعدد الثواني ونجمع  
من الماء حجمها ( V )

٤- نقيس الحجم ( V ) بواسطة الاسطوانة المدرجة العيارية ( E )

٥- نحسب ثابتة اللزوجة (  $\eta$  ) من المعادلتين ( ١ ) و ( ٢ ) با -  
جملة الواحدات الدولية .

٦- نكرر هذه التجربة عدة مرات من اجل قيم مختلفة لكل من ( h ) و

و ( V )

٧- نحسب الأخطاء النسبية والخطأ المطلق الوسطي المرتبطة في

(  $\eta$  )

٨- نرتب النتائج في الجدول ( I )

الجدول ( 1 )

رقم التجربة	$h$ m	$V$ $m^3$	$t$ s	$\eta$ Pa.s	$\bar{\eta}$ Pa.s	$X_1 = \frac{\Delta \eta}{\eta}$	$\bar{X}$	$\Delta \bar{\eta} = \bar{X} \cdot \bar{\eta}$
1	.	.	.	.		.		
2	.	.	.	.		.		
3	.	.	.	.		.		
4	.	.	.	.		.		

٥

### التعليقات

١- نحسب القيمة الوسطية لثابتة لزوجة الماء  $(\bar{\eta})$  ونحسب من الدستور (١) وبالتفاضل اللوغاريتمي الخطأ النسبي الوسطي  $(\bar{X})$  ونستنتج متوسط الخطأ المطلق :

$$(\Delta\bar{\eta} = \bar{X} \cdot \bar{\eta})$$

٢- نكتب النتيجة كما يلي :

$$\eta = \bar{\eta} \pm \Delta\bar{\eta}$$

٣- نحسب دقة القياس من هذه النتيجة ونكتبها على الشكل التالي :

$$R = (\bar{X} \times 100) \% = \dots$$

## التجربة السادسة

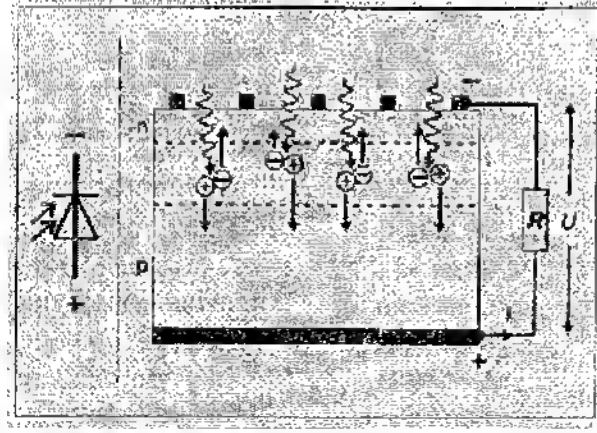
### المنحنيات المميزة للخلايا الشمسية

#### الهدف من التجربة

- 1 - رسم المنحنيات المميزة (توتر- تيار) نقطة نقطة قياس توفر الدارة المفتوحة  $U_{oc}$  وتيار دارة القصر  $I_s$  من أجل قيم مختلفة للشدة الإشعاعية .
- 2 - تحديد الاستطاعة  $P$  المقدمة كتابع لمقاومة الحمل  $R$  من أجل قيم مختلفة للشدة الإشعاعية .
- 3 - تحديد الاستطاعة العظمى  $P_{max}$  ، ومقاومة الحمل المرتبطة بها  $R_{max}$  ، ومعامل الامتلاء .

#### مبدأ التجربة

الخلية الشمسية هي وصلة نصف ناقلة من النوع  $pn$  تحول طاقة ضوء الشمس الوارد عليها مباشرة إلى طاقة كهربائية . وتتكون الأجزاء نصف الناقلة من ثنائي ضوئي له مساحة سطحية واسعة صمم بشكل يسمح للضوء باختراق الوصلة  $p/n$  من خلال طبقة ناقلة رقيقة من النوع  $n$  أو  $p$  (أنظر الشكل 1) مولدة بذلك أزواجاً من الإلكترونات والثقوب التي تفصل عن بعضها بواسطة الحقل الكهربائي السداخلي في طبقة الحاجز وتستطيع الهجرة بالاتجاه المعاكس . تهاجر الإلكترونات نحو المجال المطعم  $n$  ، بينما تهاجر الثقوب باتجاه المجال المطعم  $p$  .



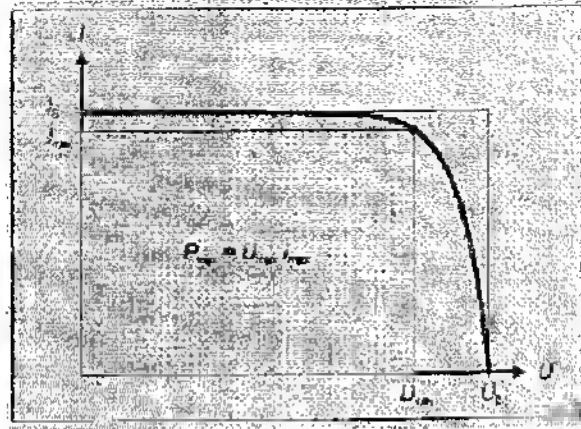
الشكل 1 مبدأ عمل الخلية الشمسية

عند قصر الوصلات المعدنية الخارجية، يسري تيار قصر  $I_s$  . باتجاه معاكس للثنائي الضوئي . ويكون هذا التيار بصورة أساسية متناسباً مع عدد الأزواج (الإلكترون-ثقب) المتولدة خلال واحدة الزمن ، أي متناسباً مع أشعة الضوء الواردة ومساحة سطح الخلية الشمسية . وعند فتح الوصلات المعدنية يفود هذا التيار العكسي

إلى جهد دائرة مفتوحة  $U_0$  تقود بدورها إلى تيار تقود  $I_0$  مسار للتيار العكسي، يسري وفق الاتجاه الأمامي للتيار بحيث لا يسري في الدارة أي تيار . وعند وصل حمل اختياري مقاومته  $R$ ، يرتبط التيار  $I$  الذي يسري في الحمل بالجهد الناتج  $U$  بين الوصلتين المعدنيتين . وبشكل مبسط يمكن عدّ التيار  $I$  هو الفرق بين التيار العكسي  $I_0$  ( الذي يرتبط بالشدة الإشعاعية  $\Phi$  ) والتيار  $I_0$  للتيار نصف الناقل غير المعرض للأشعة وفق الاتجاه الأمامي (الذي يرتبط بجهد الوصلتين  $U$ ) :

$$I = I_S(\Phi) - I_0(U)$$

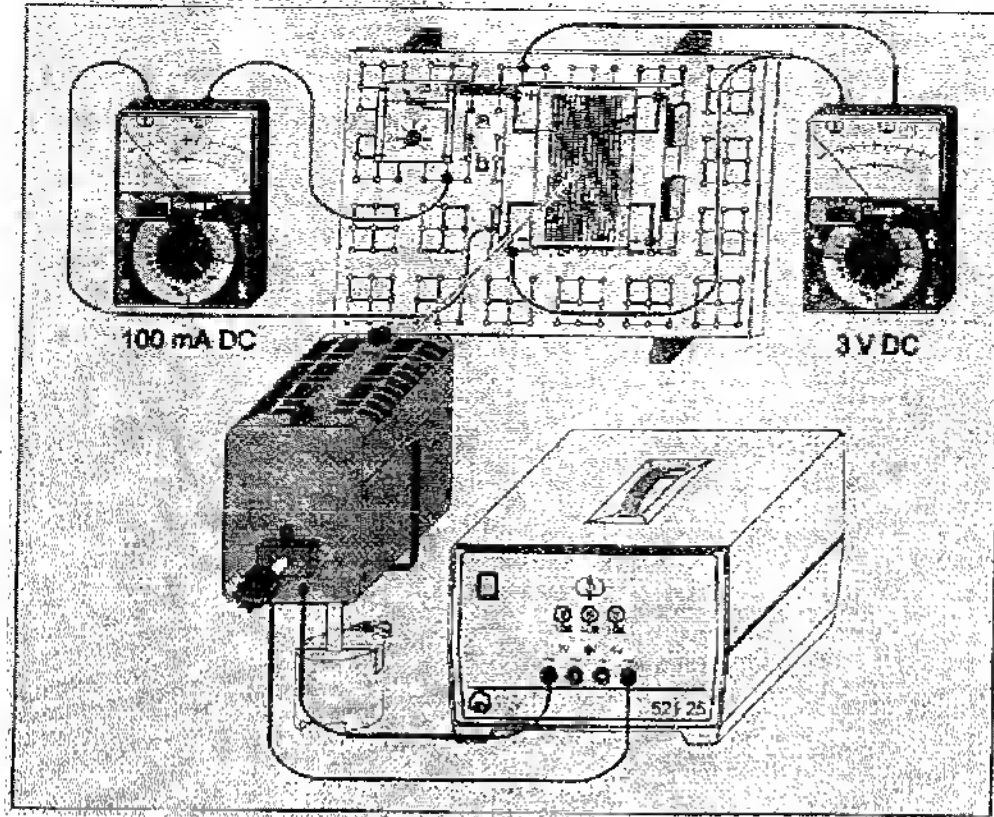
وهذه الطريقة نحصل على المنحنيات المميزة النموذجية للخلية الشمسية ( الشكل 2 ) . وفي حالة مقاومات حمل صغيرة تسلك الخلايا الشمسية سلوك متبع ذي تيار ثابت حيث يمكن إهمال التيار الأمامي  $I_0$  وفي حالة مقاومات حمل أكبر تسلك الخلايا الشمسية سلوك متبع ذي جهد ثابت تقريباً لأن التيار  $I_0(U)$  يزداد بسرعة عندما يتغير الجهد ببطء .



الشكل 2 المنحني المميز للخلية الشمسية من أجل قيمة محددة للشدة الإشعاعية

الأجهزة والأدوات : بين الشكل 3 الأجهزة والأدوات المستخدمة في هذه التجربة

- خلية شمسية  $2V / 0.3A$  عدد 1 - لوحة مأخذ عدد 1
- زوج من حاملات الألواح عدد 1 - مقياس كمون عدد 1
- مجموعة مؤلفة من عشر وصلات جبريه عدد 1 - مقياس جهد  $DC 10V$  عدد 1
- مقياس تيار  $DC 3A$  عدد 1 - غلاف مصباح  $50/100W, 12V$  عدد 1
- مصباح هالوجيني  $100W, 12V$  عدد 1 - محول  $2 - 12V$  عدد 1
- قاعدة لحمل غلاف المصباح عدد 1 - وصلات



الشكل 3 ترتيب تجربة رسم المنحنيات المسيرة للخلايا الشمسية

عند تثبيت قيمة الشدة الإشعاعية ، ترتبط الاستطاعة المقدمة من الخلية الشمسية بمقاومة الحمل  $R$  .  
 وتأخذ الخلية الشمسية استطاعتها العظمى  $P_{max}$  عندما تكون مقاومة الحمل عظمى  $R_{max}$  والتي تساوي  
 بتقريب جيد لما يسمى بالمقاومة الداخلية  $R_i = \frac{U_0}{I_s}$  تكون الاستطاعة العظمى هذه أصغر من جداء جهد  
 الدارة المفتوحة بتيار القصر . ونسعى معامل الملى ( رمزه  $FF$  ) للنسبة التالية:

$$FF = \frac{U_{max} \cdot I_{max}}{U_0 \cdot I_s} = \frac{P_{max}}{U_0 \cdot I_s}$$

يجمع غالباً عدد من الخلايا الشمسية لتشكيل بطارية شمسية . ويعطى ربط الخلايا على التسلسل قيمة  
 أكبر لجهد الدارة المفتوحة  $U_0$  بينما يعطى ربطها على التفرع تيار قصر  $I_s$  أكبر . نربط في هذه التجربة  
 على التسلسل أربع خلايا ونسجل مميزات ( توتر-تيار ) من أجل أربع قيم مختلفة للشدة الإشعاعية : ويتم تغير  
 الشدة الإشعاعية بتغيير المسافة بين مصدر الضوء والبطارية الشمسية . وتظهر الاستطاعة  
 $P = U \cdot I$

$$R = \frac{U}{I}$$

التي تقدمها الخلية الشمسية كناتج لمقاومة الحمل

(8)

إعداد التجربة : يوضح الشكل 3 ترتيب التجربة

- أدخل مآخذ الخلية الشمسية في اللوحة المخصصة لها ، وصل القطب العلوي السالب بالقطب السفلي الموجب مستعملاً وصليتي جسر (ربط الخلايا الأربع على التسلسل) .

- أدخل مقاومة متغيرة ( $0 - 220 \Omega$ ) على التسلسل مع الخلية الشمسية مستعملاً رصلة الجسر .

- صل مقبّاس الأمبير على التسلسل مع الخلية الشمسية واختَر الخِطال **100 mA DC** .

- صل مقبّاس الجهد على التفرع مع الخلية الشمسية واختَر الخِطال **3 V DC** .

- صل المصباح المألوجيني بالمحول ووجه المصباح بحيث تكون إضاءة الخلية الشمسية منتظمة .

تنفيذ التجربة

- أغلق الدارة ، أقصر أولاً المقاومة المتغيرة بواسطة وصلة جسريه بين النقطتين **a** و **b** واختَر مسافة بين المصباح المألوجيني والخلية الشمسية بحيث يكون تيار دائرة القصر مساوياً  **$I_S = 100 \text{ mA}$**  تقريباً .

- اقطع الدارة وفس توتر الدارة المفتوحة  **$U_0$**  .

- أغلق الدارة ثم أرح الوصلة الجسريه وزد الجهد أو خفض التيار مغيراً مقاومة الحمل خطوة خطوة . وسجل في كل خطوة قيمتي التوتر والتيار .

- احسب قبسقي المقاومة والاستطاعة في كل خطوة وضع النتائج في جدول كالنالي:

<b>I (mA)</b>	<b>V (v)</b>	<b>R (<math>\Omega</math>) = V/I</b>	<b>P (mW) = V.I</b>

- ارسم على ورقة هابلوتريه تغيرات التيار بدلالة التردد وحدد من الجدول وعلى الشكل قيمة الاستطاعة العظمى

- ارسم على ورقة هابلوتريه تغيرات الاستطاعة بدلالة المقاومة ، ماذا تستنتج ؟

- احسب معامل المني  $FF$

- اجعل تيار القصر مساوياً  $75\text{ mA}$  - ثم  $50\text{ mA}$  - وبعدها  $25\text{ mA}$  وذلك بزيادة بعد المصباح عن الخلية الشمسية وكرر سلسلة القياسات .

(٢٢)



## التجربة السابعة

### دراسة الثنائي البلوري ذي الوصلة $P - N$

— دراسة الثنائي البلوري

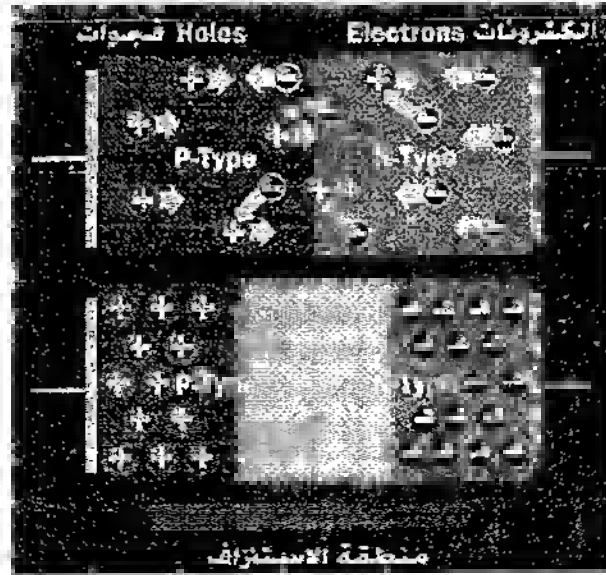
— مقدمة :

إنّ ثنائي المسرى البلوري عنصر لا خطي ، أي إن التوتر المطبق بين مربيته لا يتناسب مع التيار السلكي يجتازة . وللمعرفة التيار المقابل لتوتر معين لابد من معرفة الخواص المميزة  $I = f(V)$  للثنائي . وتشكل هذه الميزة عنصراً هاماً في معرفة الثنائي واستخداماته في الدارات الإلكترونية . والغاية من هذه التجربة رسم المنحني  $I = f(V)$  للثنائي.


— مبدأ عمل الثنائي البلوري :

يتألف الثنائي البلوري من بلورة أحادية نصف ناقلة ( من الجرمانيوم أو السيليكون ) مكونة من منطقتين ، منطقة غنية بالشوائب المعطية التي تعطي عند تأينها إلكترونات حرة تشكل المنطقة  $N$  ( أي منطقة نصف الناقل من النوع  $N$  ) ، ومنطقة غنية بالشوائب الآخذة التي تعطي عند تأينها ثقباً حرة تشكل المنطقة  $P$  ( أي منطقة نصف الناقل من النوع  $P$  ) .

تشكل القطعة  $P$  الصعد  $A$  كما تشكل القطعة  $N$  المهبط  $P$  في الثنائي . وحتى يتم الاستقرار في البلورة تهاجر الثقوب الحرة من المنطقة  $P$  إلى المنطقة  $N$  بفعل الانتشار كما تهاجر الإلكترونات الحرة من المنطقة  $N$  إلى المنطقة  $P$  ، ويتم اتحاد بين النوعين من الشحنات أثناء هذه العملية تؤدي في النهاية إلى وجود منطقة فاصلة تشكل حاجزاً بين المنطقتين وهي خالية من الشحنات الحرة ومملوذة بشحنتين متعاكستين هما شحنة الأيونات الموجبة في المنطقة  $N$  وشحنة الأيونات السالبة في المنطقة  $P$  . فيتولد فيها حقل كهربائي  $E_0$  جهته من  $N$  إلى  $P$  يمنع حرة الشحنات عبر الوصلة . وفي النهاية يتشكل فرق في الكمون بين المنطقتين نرمز له بـ  $V_0$  .



عند الوصلة بين المادتين فإن الإلكترونات في المادة **N** تنقل إلى الفجوات في المادة **P**.

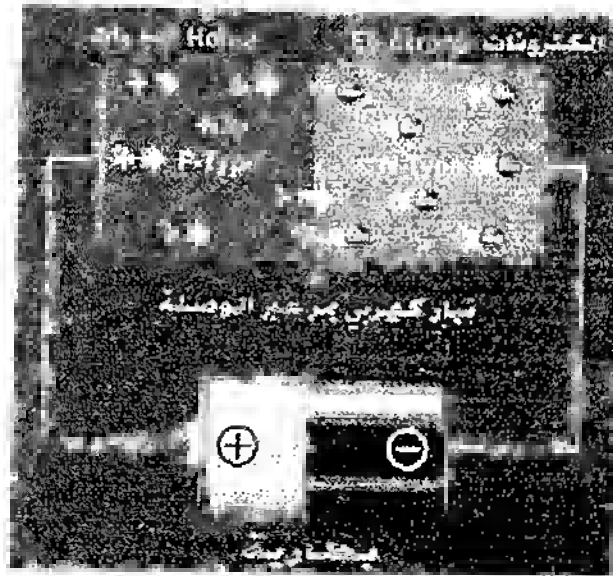
إن كل تباين مصنوع بهذه الطريقة هو الذي ندعوه التباين البلوري ويرمز له في الدائرة بالرمز  حيث يشير رأس السهم إلى المنطقة **N**.

إن آلية النقل الكهربائي في هذا التباين تتم على الوجه التالي :

إذا طبقت على التباين توتراً يجعل المنطقة **P** موجبة بالنسبة للمنطقة **N** تشكل حقل كهربائي **E** يعاكس في جهده الحقل  $E_D$  . فإذا كان الكمون المطبق كافياً لينقلب على فرق الكمون  $V_D$  المشكل بين المنطقتين في حالة التوازن السكوني ، أي إذا كان  $V > V_D$  فإن أعداداً هائلة من الإلكترونات الحرة تنحاز منطقة الاتصال من **N** إلى **P** ، وبالمثل فإن منيها من الثقوب الحرة تنحاز تلك المنطقة من **P** إلى **N** فيمر تيار كبير وتكون المقاومة التي يراها التباين في هذه الحالة صغيرة . يقال عن التباين الموصول بهذه الكيفية أنه في حالة تغذية أمامية أو انحياز أمامي .

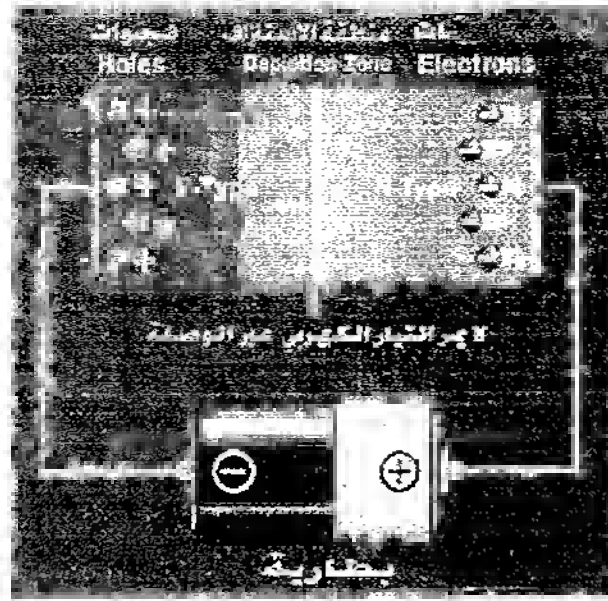
أما إذا كان كمون المنطقة **N** موجباً بالنسبة لكمون المنطقة **P** فإن الحقل الخارجي المشكل يؤدي إلى زيادة عرض المنطقة الخالية من الشحنات الحرة كما أنه يزيد من عرض حاجز الكمون ولا يمر في هذه الحالة إلا تيار ضئيل تولده الشحنات الأقلية في المنطقتين .

يقال عن التباين الموصول بهذه الكيفية أنه في حالة انحياز عكسي .



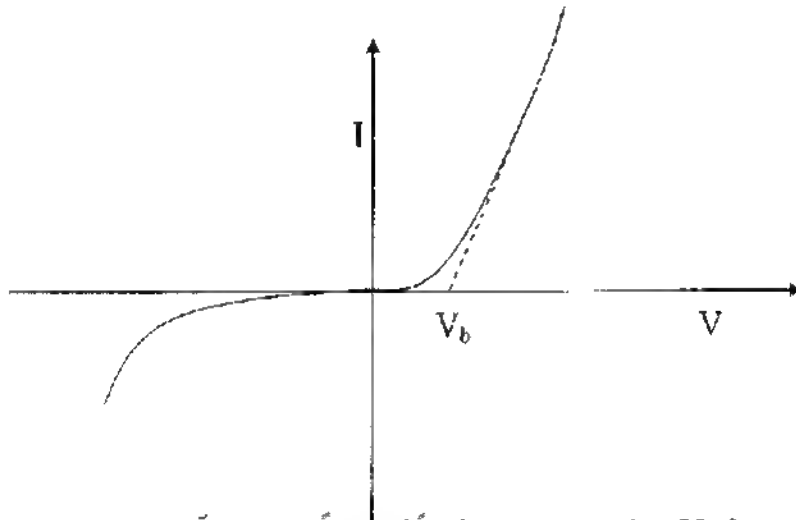
نقوم بتوصيل الألكترود الموصول على المادة **N** بالتقطب السالب للبطارية ويوصل الألكترود على المادة **P** بالطرف الموجب للبطارية .

٢٤



بتوصيل الألكترود على الطرف **N** مع القطب الموجب للبطارية وتوصيل الكترود المادة **P** بالطرف السالب للبطارية.

هذا ويشير الشكل التالي على الخواص المميزة للثنائي في الحالتين السابقتين حيث بين تغيرات تيار الثنائي **I** بدلالة التوتر **V** المطبق عليه ؛ ويلاحظ وجود منطقتين متباينتين على الرسم .



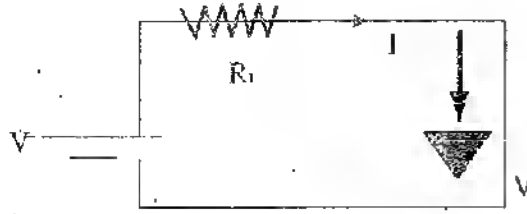
ففي المنطقة حيث  $V > 0$  يكون انحياز الثنائي أمامياً أو مباشراً ، نلاحظ أن التيار لا يمر بقيمة معتبرة إلا بعد تطبيق توتر  $V = V_b$  ، لذا يُطلق على الكمون  $V_b$  المتشكل بين المنطقتين باسم الكمون الحاجز . وبعد ذلك يزداد التيار بشكل كبير . تكون قيمة  $V$  مساوية  $V = 0.6$  من أجل توائي من الجرمانيوم . أما في المنطقة حيث  $V < 0$  ، فنلاحظ أن التيار العكسي صغير جداً ( من مرتبة الميكرو أمبير ) وهو مستقل عن التوتر المطبق ويشكل ما يسمى بتيار الإشباع . الذي تولده حاملات الشحنة المتولدة عن التأين الحراري . إلا إذا وصل التوتر المطبق إلى قيمة كبيرة معينة أصبح الخلل الكهربائي شديداً مما يؤدي إلى كسر الروابط بين الذرات وتحرير الإلكترونات فيمر تيار شديد . تدعى هذه الظاهرة بالانصدع أو تصدع زئير .

٢٥

أما إذا كانت السرعة التي اكتسبتها الشحنات المتحررة كبيرة فإنها تؤدي إلى تأثيرات أخرى عند اصطدامها بما فيزداد عدد حاملات الشحنة الحرة ويحدث ما نسميه **التصدع الإهباري** . وفي الخاتمة يبقى التوتر ثابتاً عند القيمة التي يبدأ عندها التصدع ويتعلق هذا التوتر بكثافة الشوائب في البلورة .

**الثاني في دائرة كهربائية - خط الحملولة**

لننظر إلى دائرة الشبكل التالي ونطبق قانون كيرشوف على العروة فنجد :



$$V_0 = V + R_L I \quad (1)$$

إذا مثلنا هذه المعادلة بيانياً فإنها تشكل مستقيماً يدعى خط الحملولة . تعطي نقطة تقاطع هذا المستقيم مع الميزة

المباشرة نقطة عمل الثنائي ، وهي المعرفة بالاحداثيين  $(I_0, V_0)$  ويكون ميل هذا المستقيم  $-\frac{1}{R_L}$

يدي الثنائي مقاومة ديناميكية يمكن حسابها عند أي توتر مطبق مثل  $V$  ، من العلاقة :

$$r_d = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} \quad (2)$$

ونحسب القدرة الضائعة في الثنائي عند نقطة العمل السابقة بالعلاقة :

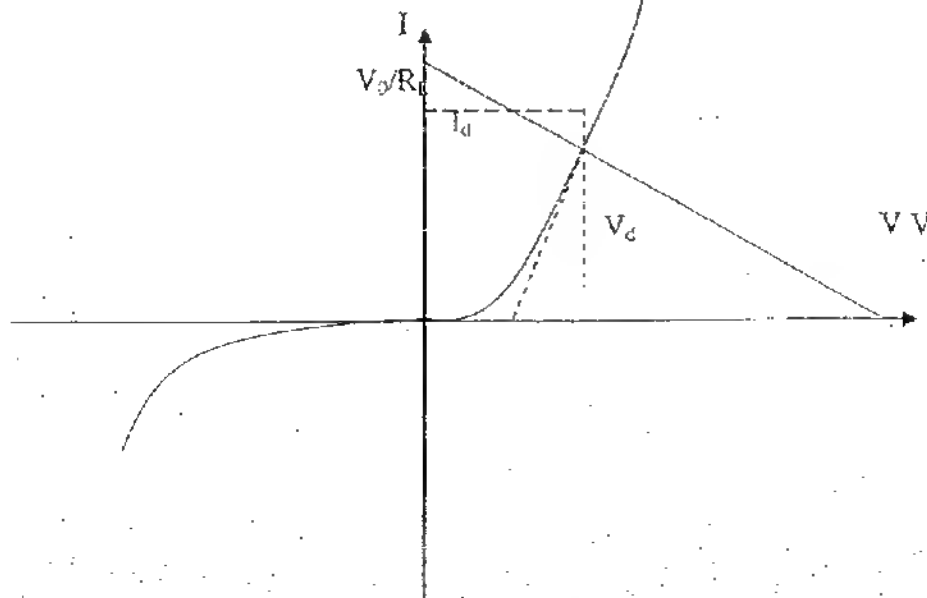
$$P_d = V_d \times I_d \quad (3)$$

ونظراً لوجود حازر الكمون  $V_b$  فإن التوتر  $V_d$  المأبط في الثنائي يمكن أن يكتب على الشكل :

$$V_d = V_b + r_d I_d \quad (4)$$

وعندها نصبح العلاقة (1) :

$$V_0 = V_b + (r_d + R_L) I_d \quad (5)$$



٢٦

هذا وتتميز الخواص المميزة للثنائي أنه إذا طبقنا على الثنائي توتراً في الاتجاه الأمامي يزيد عن توتر حاجز الكمون  $V_b$  عند الثنائي ناعلاً وأدى مقاومة صغيرة .

أما إذا طبقنا عليه توتراً في الاتجاه العكسي أبدى مقاومة كبيرة ومرة فيه تيار صغير جداً كما لو أن الدارة مفتوحة .

#### مقاومة الحماية

حرت العادة أن نضع في الدارة التي يوجد فيها الثنائي مقاومة  $R_p$  على التسلسل مع الثنائي لحمايته في حال غياب مقاومة الحمل  $R_L$  ، وذلك كي لا تصبح الدارة مقصورة فيمر تيار شديد بحرب الثنائي . ولتختار هذه المقاومة بحيث نأخذ من قيمة التيار كي لا يتجاوز قيمة معينة  $I_{max}$  . وتعطينا المعادلة (5) قيمة هذه المقاومة  $R_p$  عند وجودها :

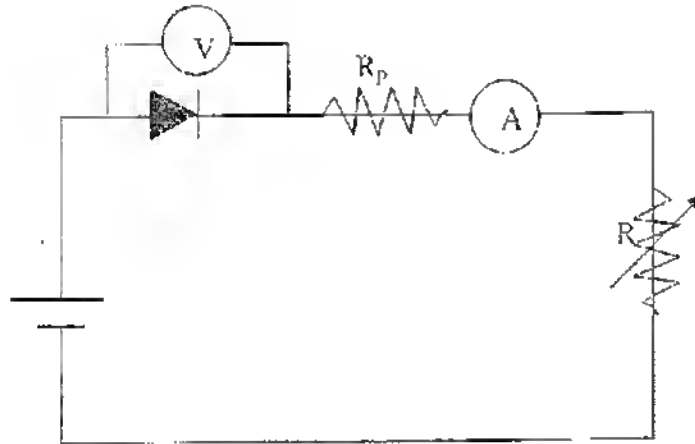
$$R_p + R_p = \frac{V_0 - V_b}{I_{max}}$$

بمعرفة  $V_0$  و  $V_b$  و  $I_{max}$  يمكن معرفة مقاومة الحماية  $R_p$  للثنائي المستخدم .

#### الإجراءات التجريبية

##### رسم لمكونات الثنائي

1 - حقق التركيب المبين في الشكل التالي مستخدماً اللوحة الخاصة بالتجربة .



2 - خذ قيمة متغيرة للمقاومة  $R_L$  (مبتدئاً من قيمة كبيرة ثم خفضها تدريجياً) بحيث تحصل على قيم متزايدة تدريجياً لتوتر  $V$  . اقرأ التيار  $I_d$  المار في مقبض الملي أمبير والتوتر  $V_d$  على مقاس الفولط . من أجل كل قيمة من هذه القيم نـ  $R_L$  ودون النتائج في جدول مناسب .

3 - ارسم المنحنى  $I_d = f(V_d)$  الذي يمثل تحويلات التيار الذي يمر في الثنائي بدلالة فرق الكمون المطبق عليه مستخدماً الورقة الملمتية .

4 - استنتج من المنحنى المميز الذي رسمه للثنائي المفادير التالية :

أ - الكمون الحاجز  $V_b$



ب - المقاومة الديناميكية  $I_d$  من أجل تيار قدره  $I_d = 5 \text{ mA}$

ج - حسب القدرة الضائعة في الثنائي عندما يمر فيه التيار السابق

حساب مقاومة الحماية :

غذي ثنائي السري، عادةً بتوتر خارج من ثانوية شتوية .

1 - فس هذا التوتر الذي نعطيه المحولة الموجودة لديك باستخدام مقياس فولط متناوب لتحديد قيمته المنتجة .

2 - احسب القيمة العظمى  $V_0$  لهذا التوتر .

3 - احسب مقاومة الحماية  $R_p$  الواجب وضعها في دائرة ثنائي كي لا يتعدى التيار المار قيمته الأعظمى .

مستخدماً قيمتي  $V_0$  و  $I_d$  التي وجدتها في الطلب السابق من أولاً .

٢٨

## التجربة الثامنة

### تعيين سرعة الضوء في الهواء

#### الهدف من التجربة

• القياس السبي لزمن عبور نبضة ضوئية قصيرة  $t$ ، باستعمال راسم الإشارة، كتابع لعقد المرآة العاكسة.

• تعيين سرعة الضوء في الهواء من ميل المنحنى  $s = f(t)$ .

• القياس المطلق لزمن عبور نبضة ضوئية قصيرة  $t$  باستعمال راسم الإشارة في حالة المسار  $2s$  بتعليم نقطة الصفر عند مرآة مرجعية.

• تعيين سرعة الضوء في الهواء كنتاج قسمة طول المسار على زمن العبور.

• معايرة قياس الزمن باستعمال إشارة هزاز ذات تحكم بلوري.

• القياس المطلق لزمن عبور نبضة ضوئية قصيرة  $t$  باستعمال راسم الإشارة في حالة المسار  $2s$  بتعليم نقطة الصفر عند مرآة مرجعية.

• تعيين سرعة الضوء في الهواء كنتاج قسمة طول المسار على زمن العبور المعابر.

#### مبدأ التجربة

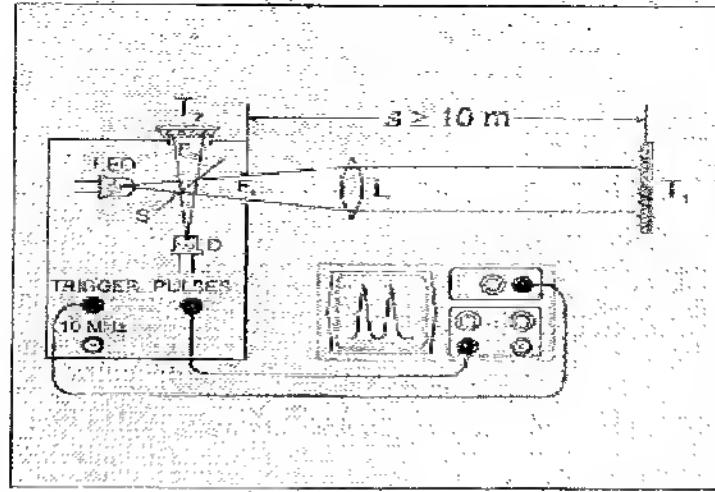
يصدر الجهاز نبضات قصيرة جداً من الضوء الأحمر بعرض يساوي حوالي  $20 \text{ ns}$  بواسطة ديود مصدر للضوء LED عالي الأداء. تتحول النبضات الضوئية بعد قطع مسافة معلومة جيئة وذهاباً إلى نبضة كهربية تظهر على راسم الإشارة.

مسار الضوء : يوجه المنبع الضوئي ، وهو ديود مصدر لضوء ساطع أحمر طول موجته  $615 \text{ nm}$  ، من خلال النافذة  $F_1$  للجهاز ، نحو اللانهاية بواسطة العدسة  $L$  . وتعكس المرآة الكبيرة  $T_1$  حزمة الضوء على نفسها فيطبق الخيال الذي تشكله المرآة للمنبع على المنبع (أنظر الشكل I) .

يعكس قاسم الحزمة  $S$  في الجهاز الحزمة الراجعة من المرآة  $T_1$  نحو الأسفل إلى الفوتوديود  $D$  .  
كما يعكس في

٢٩

الوقت نفسه نصف الضوء الوارد من منبع نحو الأعلى فيمر من النافذة  $F_2$  بحيث يكافئ مسار الحزمة الصاعد المسار الأفقي وتولد المرآة الصغيرة  $T_2$  الموجودة فوق  $F_2$  نبضة مرجعية ذات تأخر زمني مهمل لاتأثير له على حزمة القياس .



الشكل 1 مخطط يظهر مبدأ قياس سرعة الضوء باستعمال نبضات ضوئية قصيرة .

#### طريقة القياس

إن مسافة مقدارها 10 m تقابل زمن انتقال للنبضة الضوئية مقداره 60 ns جيدة وذهاباً . ويكون عرض النبضة ns 20 ملائماً لزمن العبور . ويسمح التصميم الخاص للجهاز باستعمال راسم إشارة بسيط نسبياً .

تصدر النبضات الضوئية بتواتر 40kHz . وهذا يضمن لمعان كاف للإشارة على شاشة راسم الإشارة حتى في حالة سرعة انحراف عظمى لراسم الإشارة .

وفي اللحظة التي تسبق إصدار النبضة الضوئية في الجهاز تصدر إشارة قدح تقوم بقدر خارجي لراسم الإشارة . فنظهر نبضة جهدة كاملة على شاشة راسم الإشارة حتى في حالة زمن انتقال مهمل للنبضة الضوئية . وهذا يقابل وضع المرآة عند أقرب نقطة أمام الفتحة  $F_1$  أو فوق  $F_2$  . لذلك لا حاجة لاستعمال راسم إشارة له خط تأخير مدمج .

عندما تزيد المسافة بين المرآة الكبيرة والنافذة  $F_1$  تراج إشارة النبضة على الراسم نحو اليمين تجاوباً مع زمن انتقال أطول . ونستطيع حساب سرعة الضوء بتقسيم تغير المسافة على تغير زمن العبور . وعند استعمال النبضة المرجعية الناتجة من المرآة الصغيرة يمكن تعيين زمن العبور الكلي على راسم الإشارة بشكل مطلق ، ونحسب عندها السرعة بتقسيم المسافة على زمن العبور .

(ع)



ولمعايرة القياس الزمني يمكن إظهار إشارة هزاز ذي تحكم بلوري بصورة آنية على راسم الإشارة .  
وبما أننا نستطيع إزاحة إشارة الهزاز بأكثر من دور واحد بالنسبة إلى قياس النبضة . تكون حافتها ملامسة  
للاستعمال كعلامة للقياس . وفي هذه الحالة يكون قياس الزمن مستقل عن قاعدة الزمن في راسم الإشارة .

#### الأجهزة والأدوات

- وحدة مآخذ 230 V/12 V AC - عدسة مع حاملها  $f = 200 \text{ mm}$

- - جسر ضوئي ذو مقطع قياسي - راسم إشارة ذو قناتين - دائرة الباعث والمستقبل - العاكس

إعداد التجربة : يوضح الشكل 2 ترتيب التجربة

#### الترتيبات الميكانيكية والضوئية

- ضع الجسر الضوئي على الطاولة واربط الجهاز على الجسر الضوئي بحيث تواجه الفتحة  $F_1$  العدسة .  
كما في الشكل 2 .

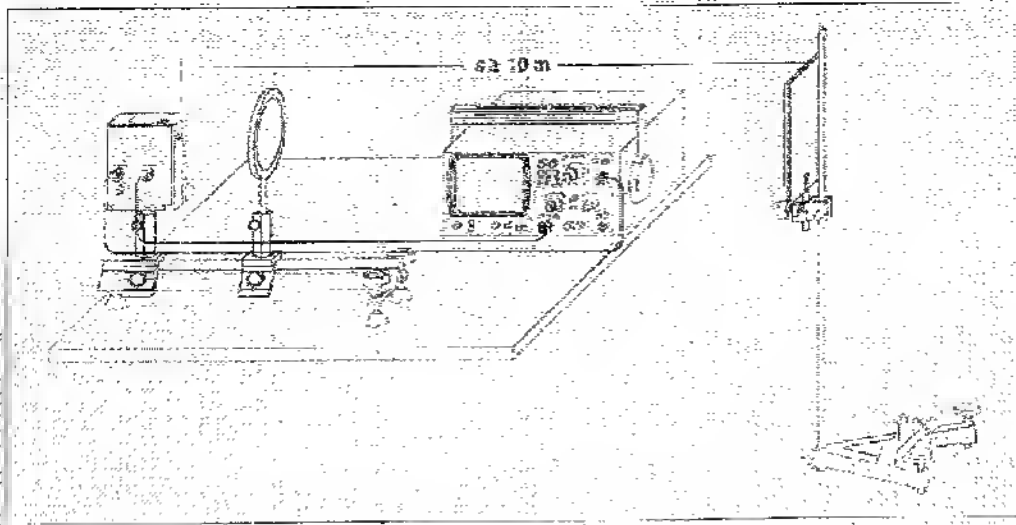
- اربط العدسة على الجسر الضوئي بحيث تبعد عن الجهاز مسافة  $20 \text{ cm}$  ويكون ارتفاع مركزها  
مساوياً ارتفاع النافذة  $F_2$  نفسه .

- ضع المرآة الكبيرة على حاملها (أنظر الشكل 2) وأبعدا عدة أمتار عن الجهاز بحيث يقع منتصف  
المرآة على المحور الضوئي ويكون سطحها معامداً لهذا المحور ؛

- شغل الجهاز بوصله إلى وحدة المآخذ

عندما ننظر من فوق الجهاز عبر العدسة إلى المرآة الكبيرة ولا نجد لها حجراً اللون أو ألها حجراً الخواف فقط

عقل اتجاه الحزمة بتعديل يزالات الجسر الضوئي ، وغير ارتفاع العدسة عند الضرورة ، بحيث تضرب  
الحزمة المرآة في مركزها .



الشكل 2 ترتيب تجربة قياس سرعة الضوء

### وصف راسم الإشارة

- صل مخرج النبضة مع القناة الأولى في راسم الإشارة ومخرج القدح مع مدخل القدح الخارجي مستعملاً الكبلات BNC
- باستعمال إعدادات راسم الإشارة من الجدول 1 أوجد نبضة جهد .
- ضع المرآة الكبيرة عند أبعد مسافة ممكنة وابحث عن أفضل سعة للنبضة بالتغيير الطفيف للترتيبات الضوئية وخاصة تحريك العدسة على المحور الضوئي .
- حول التكبير الأفقي في راسم الإشارة إلى القيمة 10x .

Operating mode:	channel 1 only
Channel f:	DC, 5-100 mV/cm
Zero line:	bottom edge of screen
Triggering:	external, AC, + (rising edge)
Trigger level:	automatic
Time-base sweep:	0.2 $\mu$ s/cm, cal.
X-magnification:	1x
Intensity:	maximum

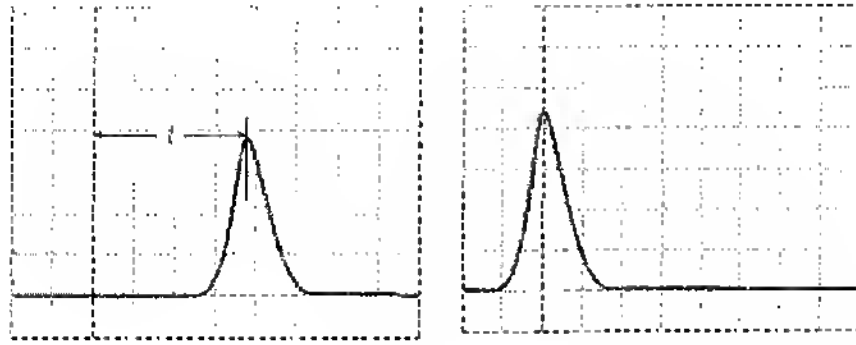
الجدول 1 : إعدادات راسم الإشارة

تنفيذ التجربة

ع.ع.

أولاً - قياس زمن العبور كتابع لموضع المرآة .

- ضع المرآة الكبيرة بالقرب من الجسر الضوئي وعلم موضعها .
- أرح قمة نبضة الجهد إلى الخط الشاقولي الأيسر من شبكة الشاشة في راسم الإشارة بواسطة مفتاح الموضع X- (أنظر الشكل 3 الجزء الأيمن) .
- حرك المرآة الكبيرة وفق مسار الخزمة ، قس تغير المسافة S وسجل هذه القيمة في دفترك .
- اقرأ الانزياح في الزمن t لنبضة الجهد من راسم الإشارة (أنظر الشكل 3 الجزء الأيسر) وسجل هذه القيمة في دفترك .

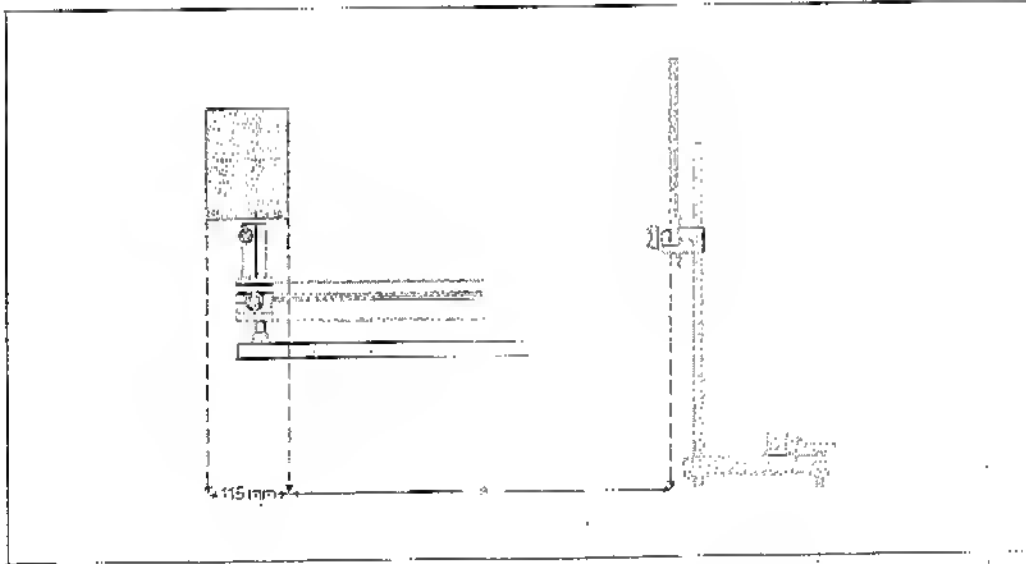


الشكل 3 القياس النسبي لزمن العبور t للنبضة الضوئية

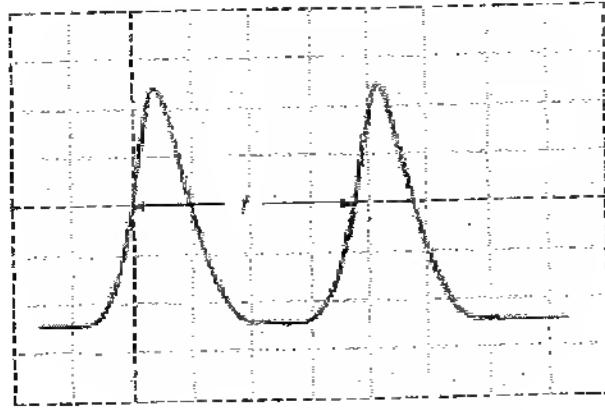
- كرر قياساتك من أجل الانزياحات أخرى في المسافة S .
- نظم جدولاً لتغيرات المسافة بدلالة الزمن وارسم الخط البياني  $S = f(t)$  واستنتج سرعة الضوء منه .
- ثانياً - قياس وقت العبور بمساعدة مرآة مرجعية
- ادفع التجهيزات نحو الحافة اليسرى للطاولة وانظر نحو الأسفل وفق الحافة الشاقولية للجهاز وعلم ذلك الموضع على أرض الغرفة (أنظر الشكل 4) .
- ضع المرآة الصغيرة أمام النافذة  $I_1$  وأرح قمة نبضة الجهد إلى الخط الشاقولي الأيسر من الشبكة على شاشة الراسم بتحريك مفتاح الموضع X- .
- ضع بعد ذلك المرآة الصغيرة فوق النافذة  $I_2$  وتأكد أن موضع النبضة المرجعية على الراسم لم يتغير (مسارين ضوئيين متساويين) .

٤٩

- ضع المرآة الكبيرة في المسار الضوئي وعند مسافة لا تقل عن عشرة أمتار بحيث تظهر النبضة على شاشة الراسم كإشارة ثانية على بعد مسافة واضحة من النبضة المرجعية .
- بالتصغير الخذر للمرآة الصغيرة على فتحة النافذة عدل الإشارتين ليصبح هما السعة نفسها .
- أزح الحافة المتحركة للنبضة المرجعية لتقطع خط المركز الذي يتقاطع مع خط الشبكة الشاقولي (أنظر الشكل 3)
- اقرأ زمن العبور  $t$  عند تقاطع النبضة الثانية مع خط المركز (أنظر الشكل 3) وسجل هذه القياسات في دفترك .
- لاحظ أن الفترة الزمنية بين النبضة المرجعية والنبضة القادمة تتفق مع المسافة بين الحافتين الصاعدتين على الراسم عندما يكون للنبضتين السعة نفسها وتكون المسافة أكبر بكثير من عرض النبضة .
- ضع علامة على أرض الغرفة تقابل موضع المرآة الكبيرة وقس المسافة  $S$  بين موضع المرآة الكبيرة وموضع النافذة  $F_1$  وسجل هذه القياسات في دفترك .
- احسب من هاتين القيمتين  $S$  و  $t$  سرعة الضوء



الشكل 4 قياس المسافة  $S$  بين النافذة  $F_1$  والمرآة الكبيرة .



الشكل 5 القياس المطلق لزمن عبور النبضة الضوئية

ثالثاً - قياس زمن العبور مع معايرة قاعدة الزمن :

- ضع المرآة الصغيرة فوق  $F_2$  والمرآة الكبيرة في مسار الحزمة وعلى بعد 15 m تقريباً بحيث نرى نبضتين على شاشة الراسم .

- اجعل المسافة بين إشارتي النبضتين أعظم ما يمكن على شاشة الراسم بتغيير سرعة مسح قاعدة الزمن .

- حرك المرآة الصغيرة فوق  $F_2$  بحذر حتى يكون للإشارتين السعة نفسها .

- صل مخرج التردد 10 MHz من الجهاز إلى قناة الراسم الثانية مستخدماً كبل BNC ،

- اختر النمط لثاني القناة ( المتناح dual ) وفعل قناة الراسم الثانية AC ، ( 0.1 V/cm ) ، بحيث تظهر النبضات المقاسة وإشارة الحزاز معاً في اللحظة نفسها .

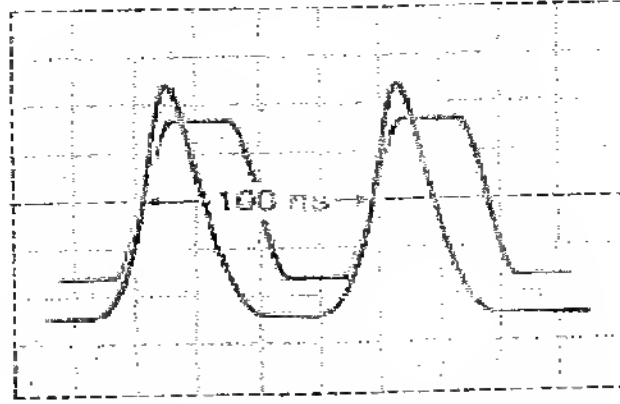
- أزرع مستخدماً معدل الظور في الجهاز إشارة التردد 10 MHz بحيث تنطبق الحافة الصاعدة لنبضة الجهد الأولى على الحافة الصاعدة لإشارة التردد 10 MHz (أنظر الشكل 6) .

- عدل بعد المرآة الكبيرة بحيث تنطبق الحافة الصاعدة لنبضة الجهد الثانية على الحافة الصاعدة التالية لإشارة التردد 10 MHz (أنظر الشكل 6) .

- في حالة الضرورة عدّل الترتيبات الضوئية أو غير في المرايا حتى يكون لنبضتي الجهد من المرآتين السعة نفسها ، ثم عدل مواضع الحواف الصاعدة .

- حدد موضعي الجهاز والمرآة الكبيرة على أرض المختبر، وقيس المسافة S وسجل هذه القيمة في دفترك (أنظر الشكل 4) .

- احسب سرعة الضوء من قيمة S وزمن النبضة المرجعية



الشكل 6 القياس المطلق لزمن عبور النبضة الضوئية مع معايرة لقاعدة الزمن

B

## التجربة التاسعة

### قانون مالوس

المواضيع المرتبطة :

النظرية الكهروضوئية للضوء , الاستقطاب , المقطب , المحلل , قانون بروستر , قانون مالوس

مبدأ التجربة :

عمر ضوء مستقطب عطيًا عبر مرشح استقطاب , نعين شدة الضوء المنبعث من المرشح كدالة للزاوية التي يصنعها محور الترشح مع مستوى استقطاب الضوء الوارد .

الأجهزة الأدوات المستعملة :

ليزر هليوم - نيون 1.0 mW , 220 V AC	عدد 1	- جسر ضوئي 60 cm
قاعدة فائقة للتعديل	عدد 3	- حامل متحرك
مرشح استقطاب مع مقياس زوايا	عدد 1	- عنصر ضوئي
مقياس رقمي متعدد	عدد 1	

أهداف التجربة :

1 تحديد مستوى الاستقطاب للحزمة الليزرية .

2 تحديد شدة الضوء المنبعث من مرشح الاستقطاب كدالة للموضع الزاوي للمرشح .

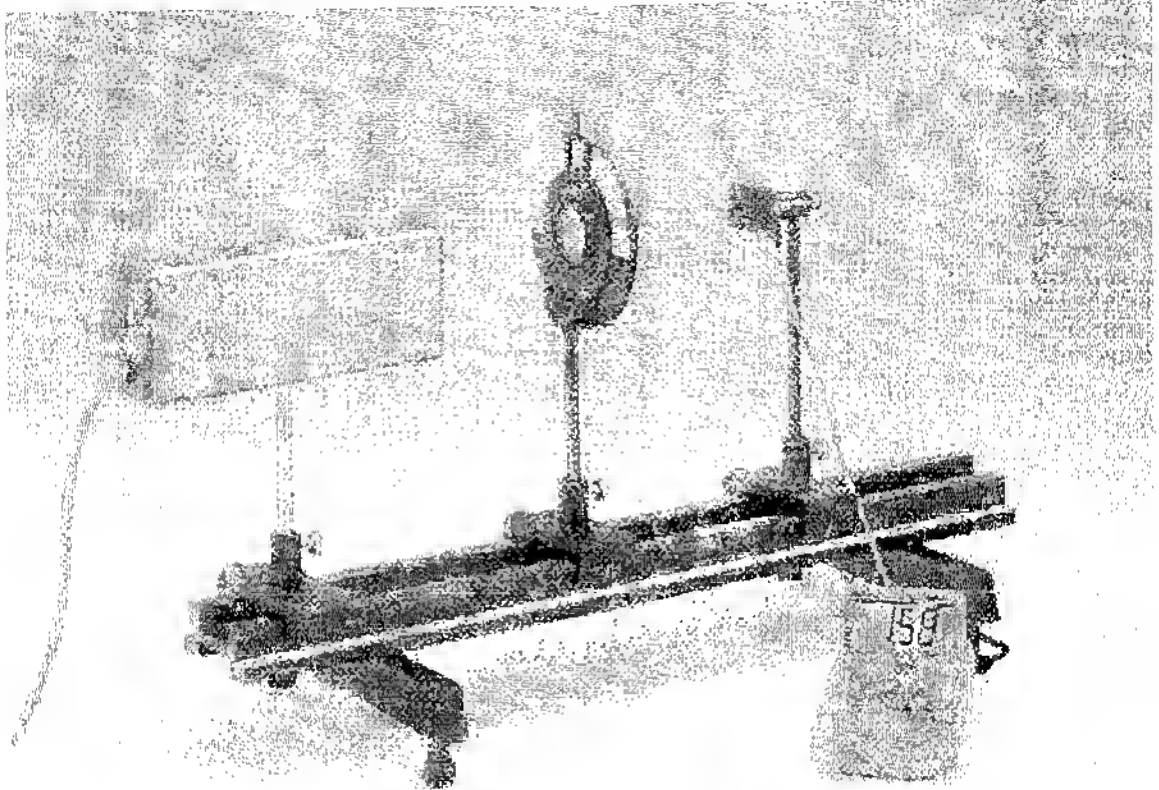
3 التحقق من صحة قانون مالوس .

الإعدادات واسلوب العمل :

- ترتيب الأجهزة وفقاً للشكل (1) .

٤٧

- يجب التأكد من تسليط الحزمة الليزرية على كامل الخلية الصوتية بعد مرورها عبر المرشح .
- إذا تم إجراء التجربة في غرفة غير مظلمة يجب أخذ تيار الإشعاع الخافت  $\rho$  في الحسبان عند التقويم ويتعين بإغلاق النيزر وقراءة التيار .
- يجب تشغيل النيزر مدة 30 دقيقة لتحميته قبل بدء التجربة بحيث لا تحدث تبدلات الحزمة غير المرغوبة
- يدار مرشح الاستقطاب بخطوة تساوي  $5^\circ$  بين موضعي المرشح  $90^\circ \pm$  ويعين تيار الخلية الصوتية المقابل لكل موضع مستعملين أكثر مجالات التيار حساسية في المقياس الرقمي المتعدد .



الشكل (1) ترتيب الأجهزة في تجربة قانون مالوس .

النظرية والتقويم :

ليكن  $AA'$  محور المحلل في الشكل (2) فإذا كانت الزاوية  $\phi$  بين المحل الكهربائي للموجة الليزرية المستقطبة ومحور المحلل فستمر المركبة

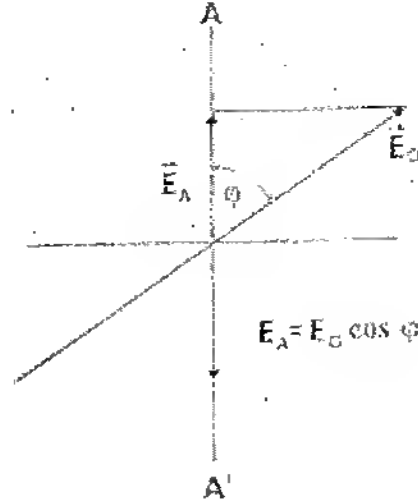
$$E_A = I_0 \cos \phi \quad (1)$$



من المحلل . وبما أن شدة الموجة الضوئية  $I$  تتناسب مع مربع سعة الحقل الكهربائي  $E$  تكون هذه الشدة مساوية:

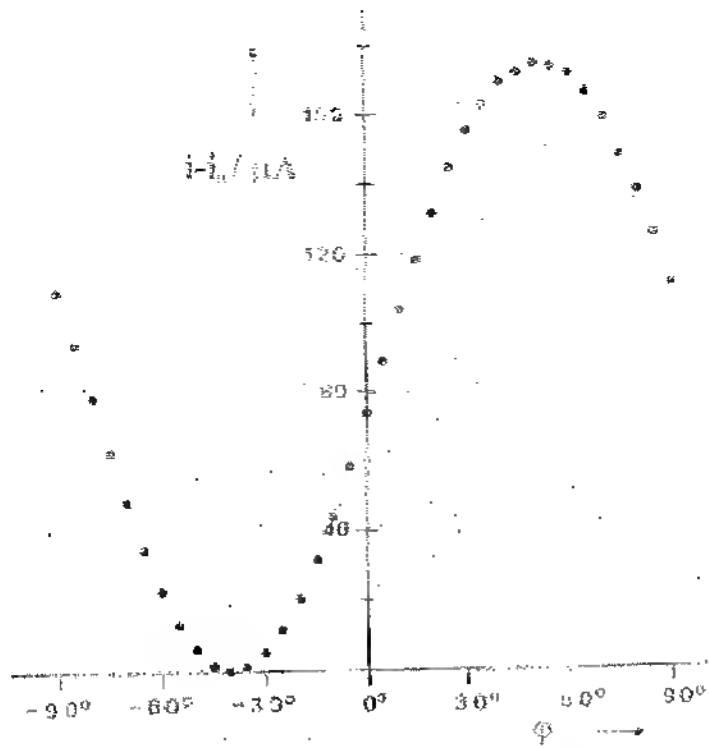
$$I_A = I_0 \cos^2 \phi \quad (2)$$

وهو ما يعرف بقانون مالوس .

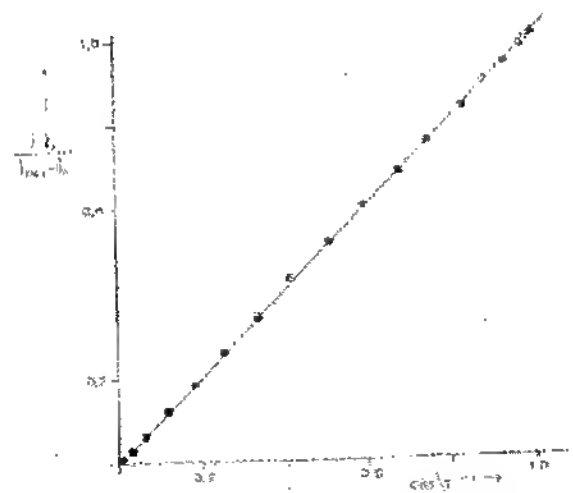


الشكل (2) رسم هندسي لتغير شدة الضوء المارة من المحلل .

يبين الشكل (3) نبار التحلية الضوئية بعد تصحيح الخلفية (ويمثل قياس شدة الضوء المار من المحلل) كتابع للموضع الزاوي لمحور المحلل . وتظهر النهاية العظمى للشدة عند الزاوية  $\phi = 50^\circ$  إلى أن مستوي استقطاب الحزمة الليزرية قد دار نتيجة مروره باثنان رصنع مع الشاقول زاوية مثلاً لها  $50^\circ$  .



الشكل (3) تيار الخلية الضوئية المصحح كتابع للموضع الزاوي  $\phi$  لمحور المحلل .



الشكل (4) تيار الخلية المنظم كتابع لـ  $\cos^2 \phi$  .

يبين الشكل (4) تيار الخلية الضوئية المصحح والمنظم كتابع للموضع الزاوي لمحور المحلل . ويتأكد المستقيم المار من المبدأ بميل يساوي الواحد صحة قانون مالوس ( لتحين مستقيم مالوس في الشكل (4) بحسب اعتبار الزاوية 50 لمحور المحلل مفاينة للزاوية  $\phi = 0$  ) .

٥١

## التجربة العاشرة

### ١ - أنبوب كوينكه

أدوات التجربة :

هزازة كهربائية - سماعة - أنبوب كوينكه - مقياس ميلي فولط متناوب  
- لاقط صوتي (ميكروفون) .

٢ - غرض التجربة :

دراسة ظاهرة التداخل في الصوت - تعيين سرعة الصوت في الهواء  
بطريقة التداخل .

٣ - الدرس النظري :

يمكن قياس سرعة الصوت في الهواء بطرق مختلفة منها :

أ - الطريقة المباشرة : استناداً الى قانون الحركة المستقيمة المنتظمة

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن اللازم}}$$

ب - الطريقة غير المباشرة : استناداً الى قانون انتشار قانون الحركات الموجية .

٥

$$u = \lambda \nu$$

(1)

حيث  $u$  هي سرعة الانتشار و  $\lambda$  طول الموجة و  $\nu$  التواتر .

ان سرعة انتشار الصوت في وسط ما تمانى بطبيعة هذا الوسط وحالته الفيزيائية ولا تتعلق بتواتر الصوت المنتشر أي أن جميع الاصوات تنتشر في وسط معين بالسرعة نفسها وتدل الدراسة النظرية على أن سرعة انتشار الصوت في غاز مثالي تعطى بالعلاقة

$$u = \sqrt{\frac{\gamma R T}{\mu}} \quad (2)$$

حيث  $\gamma$  : نسبة السعتين الحراريتين للغاز .

$R$  : الثابت العام للغازات .

$T$  : درجة الحرارة الترموديناميكية .

$\mu$  : الكتلة المولية للغاز .

فإذا عوضنا بالنسبة للهواء  $\gamma = 1,4$  ( غاز ثنائي الذرة ) نجد في الدرجة

$T = 273,15 \text{ K}$  أي ما يعادل  $0^\circ \text{C}$  .

$$u_0 \approx 331 \text{ m s}^{-1}$$

ان هذه القيمة المحسوبة نظرياً استناداً الى قوانين الغازات المثالية قريبة جداً من القيمة الحقيقية الناتجة عن التجربة وإذا استخدمنا الرمز  $(t)$  للدلالة على درجة الحرارة بدرجات سايروس يمكن ان نكتب  $T = t + 273$  : وعندئذ نكتب العلاقة (2) على الشكل :

$$u \approx u_0 \sqrt{1 + t/273} \quad (3)$$

د - أنبوب كوينكه : يتألف ( شكل ٢ ) من أنبوبين بشكل (U) متداخلين أي أن شعبي أحد الأنبوبين تفرعان داخل شعبي الأنبوب الآخر وتوجد في الأنبوب (U) الثابت قمتان متقابلتان .

إذا دخل اهتزاز صوتي إلى أنبوب كوينكه من إحدى الفئحتين فإنه ينقسم باتجاهين والشدتان المنقلبتان في قرعي الأنبوب تلقيان عند الفتحة الثانية واستناداً إلى قوانين تداخل الحركات الاهتزازية يكون التداخل بناء وتكون شدة الاهتزاز عظمى إذا كان فرق المسير بين الطريقتين عدداً صحيحاً من أطوال الموجة ويكون التداخل هداماً وتكون شدة الاهتزاز صفراً أو معدومة إذا كان فرق المسير بين الطريقتين عدداً فردياً من أنصاف طول الموجة ونعبر عن ذلك رياضياً بقولنا :

تداخل بناء :

$$\Delta = n \lambda \quad (٥)$$

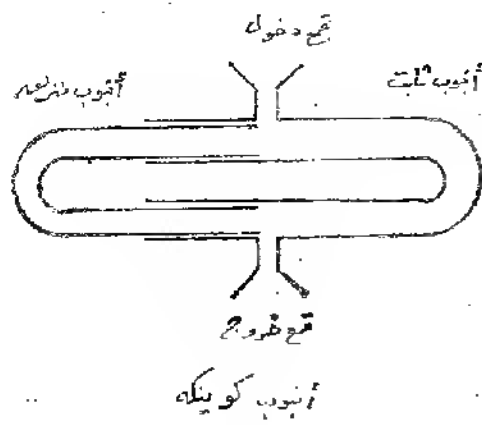
تداخل هدام

$$\Delta = (2n + 1) \lambda / 2 \quad (٦)$$

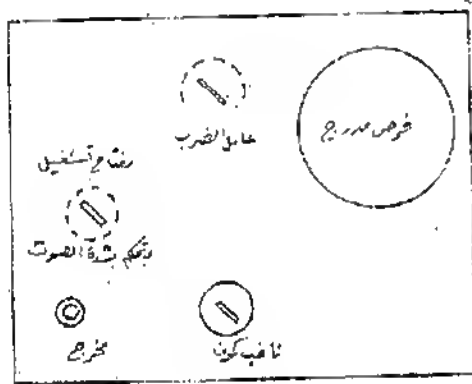
حيث  $\Delta$  ترمز لفرق المسير أي الفرق بين طولي الطريقتين من المنبع إلى نقطة الالتقاء و  $\lambda$  طول موجة الصوت و  $n$  صفر أو عدد صحيح .

٥ - الاجراء التجريبي :

٢ - صل الشبابة إلى مخرج الموازنة الكهربائية وضعها ملاصقة للقمع الموجود لدى إحدى فتحتي أنبوب كوينكه .



الشکل (۱۰)



واجهة هزازة كهربائية

الشکل (۲)

- ب - اختر تواتراً على الهزازة مستعيناً بالقرص المدرج وعامل الضرب .
- ج - صل الهزازة إلى مأخذ التيار الكهربائي على طاولة التجربة . أطلق دائرة الهزازة بواسطة قاطع ( مفتاح ) التشغيل الموجود في واجهتها .
- د - ضع القمع الموجود في نهاية الأنبوب البلاستيكي الموصول إلى فتحة الخروج من أنبوب كوينك عند اذنك .
- هـ - تحكم في شدة الصوت باستخدام ناخب الكون والمقاومة المتغيرة بحيث تكون شدة الصوت معتدلة عند الصاق القمع وبحيث لا يكون الصوت مسوعاً إذا أبعدت القمع عن اذنك مسافة ١٠ إلى ٢٠ سم .
- و - إبدأ بزلق الأنبوب المتحرك نحو الخارج وتأكد من وجود نهايات صفري ونهايات عظمى لشدة الصوت المسوع .
- ز - حدد بواسطة مسطرة ملترية موقعي نهايتي صفريين متتاليتين .
- ح - أعد الاجراء باستخدام تواترات أخرى .

ملاحظة :

بدلاً من الصم يمكن تحديد مواقع النهايات العظمى والصغرى بوضع قمع الخروج ملاصقاً للاقطع الصوتي الموصول الى مقياس الميل فولط .

٦ - النتائج :

استناداً الى العلاقة ( ٦ ) نجد أننا اذا انتقلنا من النهاية الصغرى الأولى

( حيث فرق المسير هو  $\frac{\lambda}{2}$  ) الى النهاية الصغرى الثانية ( حيث فرق المسير هو  $\frac{3\lambda}{2}$  ) نجد :

$$\Delta y = \Delta_1 = \lambda$$

وذلك لاتنا عوضا  $n=0$  في الحالة الاولى و  $n=1$  في الحالة الثانية وتكون الزيادة في طول كل من شعبي الأنبوب المغلق هي  $\lambda/2$  اي ان المسافة بين موقعي نهايتين صغيرين متتاليين على احدى شعبي الأنبوب المغلق هي نصف طول الموجة ، ان تميين طول الموجة يسمح بحساب سرعة الصوت بالطريقة غير المباشرة استنادا الى العلاقة ( ١ )

نظم نتائجك في الجدول التالي :

u (ms <sup>-1</sup> )	$\lambda$ (m)	$\frac{\lambda}{2}$ (m)	مواقع النهايات الصغرى		التواتر v
			الاولى	الثانية	



عين القيمة الوسطية لسرعة الصوت المقاسة وقارن مع القيمة النظرية

المستخرجة من العلاقة ( ٤ ) .

ناقش ارنيايات الإجراء التجريبي

٥٧

## التجربة الحادية عشرة

### قانون التربيع العكسي

الفرض من التجربة: التحقق من حضور أشعة غاما لقانون التربيع العكسي أي التحقق من تناقص الشدة الإشعاعية عكساً مع مربع البعد عن منبع.

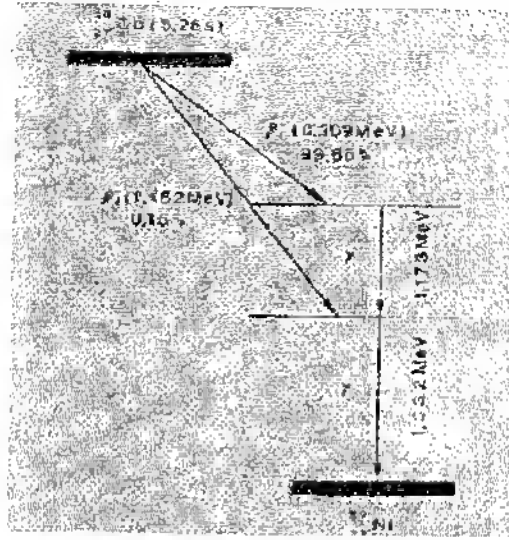
الأجهزة المستخدمة: أنبوبة جايغر - عاكس نبضات - عدادة (مؤقتة) - مولد توتر عالي - مسطرة قياس أبعاد -

اسطوانة رصاصية مثقوبة - منبع لأشعة غاما ( $^{60}\text{Co}$  أو  $^{226}\text{Ra}$ )

المبدأ النظري: يمتلك عنصر انكرويات المشع  $^{60}\text{Co}$  دوراً (نصف عمر) قدره:  $5.26 \text{ y}$ ، ويتفكك مصدراً أشعة  $\beta$

متحولاً إلى عنصر النيكل  $^{60}\text{Ni}$  المستقر كما في الشكل (1)، وكما هو حال جميع العناصر المصدرة لأشعة  $\beta$  يقود التفكك إلى نواة في حالة متارة تتحول إلى حالتها الأساسية بإصدار فوتونات أشعة غاما ذات طاقات بتجانسية

تتبع طيفاً ذا عطين منفصلين واضحين كما في الشكل (1).



الشكل (1) مخطط تفكك الكرويات  $^{60}\text{Co}$

إن الأشعة الصوتية وأشعة غاما من طبيعة واحدة فكلهما إشعاع كهرومغناطيسي مكتمل (فوتونات) يخضع للعلاقة  $E = h\nu$  حيث  $E$  هي طاقة الفوتون و  $\nu$  تواتر الإشعاع و  $h$  ثابت بلانك. فلو وضعنا منبعاً ضوئياً نقطيئاً في مركز كرة بلاستيكية شفافة متجانسة وكان المنبع يصدر فوتونات بمعدل  $N$  فوتون بالثانية الواحدة، فمن السهل قياس الكثافة السطحية للفوتونات أي قياس عدد الفوتونات التي تسقط في كل ثانية على المتر المربع من سطح الكرة. وتعطى بالعلاقة  $I = \frac{N}{S}$  حيث  $S$  هي مساحة الكرة ونسوي  $4\pi r^2$  حيث  $r$  هو نصف قطر الكرة وبالتالي  $I_R = \frac{N}{4\pi r^2}$  و بما أن  $N$  و  $4\pi$  ثابتان فإن  $I_R$  تتغير متناسبة مع  $\frac{1}{r^2}$  ويراد من هذه التجربة التثبت من هذه العلاقة.

الطريقة: 1- قس المتوسط الحسابي  $N_0$  لمعدل العد الطبيعي في الدقيقة الواحدة (بدون منبع مشع)

/متوسط ثلاثة قياسات على الأقل/

2- ضع المنبع المشع داخل الاسطوانة الرصاصية ثم ضع الاسطوانة بحيث يكون ثقبها على بعد

58

1 cm من نافذة أنبوبة جايجر .

3- استعمل زمن تعداد يكفي للحصول على 2000 عدة تقريباً .

4- أعد الاسطوانة ليصبح ثقيها على بعد 2 cm من نافذة أنبوبة جايجر وكرر قياس التعداد

لمدة زمنية مناسبة مثل التي حددتها في الخطوة السابقة . ثم كرر العمل من أجل عشر مسافات

متزايدة ورتب القياسات كما في الجدول أدناه . لاحظ أنه من أجل المسافات الأكبر لابد من

تعديل الزمن للحفاظ على الدقة الإحصائية ذاتها ، كما يجب الأخذ في الحسبان بعد المنبع عن

التف ( نصف قطر الاسطوانة الرصاصية R ) وكذلك بعد نافذة أنبوبة جايجر عن مركز

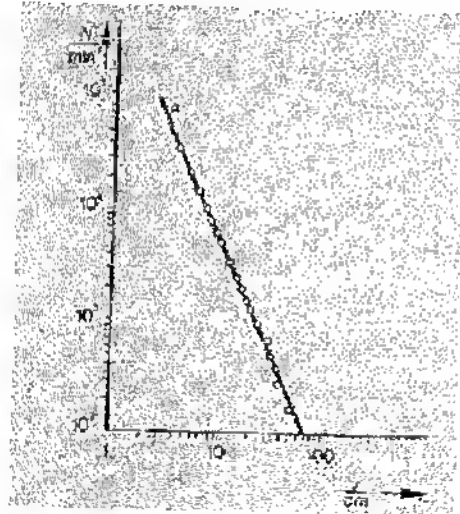
الأنبوبة ( حوالي d=2 cm ) عند حساب البعد الفعلي للمنبع المشع عن أنبوبة جايجر .

المسافة المقاسة r (cm)	التعداد (عدة في الدقيقة) N <sub>s</sub>	التعداد الصحيح N = N <sub>s</sub> - N <sub>0</sub>	البعد الصحيح r(cm) = r + R + d
1			
2			
10			

5- أرسم على ورق لوغاريتمي الخط البياني للتعداد الصحيح N بدلالة البعد r واستنتج منه

قيمة b في العلاقة :  $\ln N = A + b \ln r$  كما في المثال التالي :

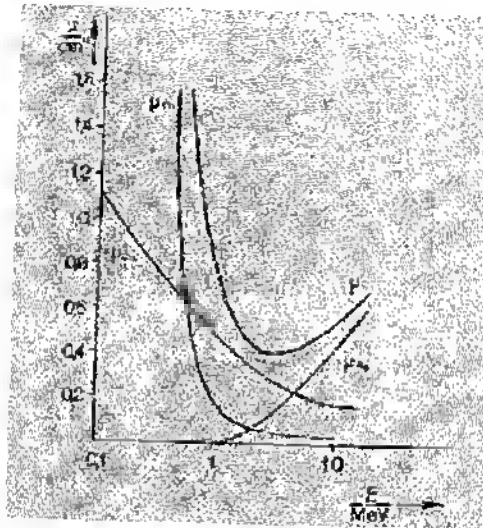
بمساب ميل المستقيم نجد :  $b = -2.07 \pm 0.01$  وهذا يثبت تحقق قانون التربيع العكسي .



## التجربة الثانية عشرة

### امتصاص أشعة غاما

الغرض من التجربة: تحديد النصف انصافي ( $d_{1/2}$ ) ومعامل الامتصاص  $\mu$  لعنصر الأنتيمون.  
 الأجهزة المستخدمة: أنبوبة جايجر - عاكس نبضات - عددة (مؤقتة) - مولد توتر عالي - مسطرة قياس أبعاد -  
 اسطوانة رصاصية مثقوبة - منبع لأشعة غاما ( $^{50}\text{Co}$  أو  $^{226}\text{Ra}$ ) - صفائح امتصاص .  
 المبدأ النظري: يعبر معامل الامتصاص الخطي  $\mu$  عن الجزء المتص من أشعة غاما في واحدة الطول (الضخامة) من  
 المادة الممتصة وإذا قسمنا هذا المعامل على كثافة المادة  $\rho$  حصلنا على ما يسمى معامل الامتصاص الكتلي . تتفاعل  
 أشعة غاما مع المادة بشكل أساسي وفق آليات التفاعل الكهروضوئي ومفعول كومبتون وإنتاج الأرواج و يرتبط  
 الاسهام النسبي لهذه الآثار الثلاثة في معامل الكتلي للامتصاص بطاقة أشعة غاما كما في الشكل (1) ، وكذلك  
 بالعدد الذري  $Z$  للمادة الماصة .



الشكل (1) امتصاص أشعة غاما في الرصاص كنسبة للطاقة

تتناقص كثافة الإشعاع المار عبر وسط ماص (وبالتالي يتناقص معدل العد) وفق علاقة لامبرت الأسية  
 $I = I_0 e^{-\mu x}$  حيث  $I_0$  كثافة الإشعاع الوارد على الوسط الماص و  $I$  كثافة الإشعاع النافذ منه ،  $\mu$  معامل  
 الامتصاص ، و  $x$  ثخن المادة الماصة. وبما أن النصف النصف  $d_{1/2}$  لمادة هو سماكة المادة التي تضعف كثافة الإشعاع  
 إلى نصف قيمتها، الأصلية يمكن إيجاد العلاقة بين  $\mu$  و  $d_{1/2}$  انطلاقاً من علاقة لامبرت فتجد :

$$\frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu d_{1/2}} \Rightarrow \ln 2 = \mu d_{1/2} \Rightarrow \mu = \frac{\ln 2}{d_{1/2}}$$

الطريقة: 1- قس المتوسط الحسابي  $N_0$  لمعدل العد الطبيعي في الدقيقة الواحدة (بدون منبع مشع)

2- ضع المنبع المشع داخل الاسطوانة الرصاصية ثم ضع الاسطوانة بحيث يكون ثقبها على بعد

2 cm من نافذة أنبوبة جايجر وحافظ على هذا الوضع خلال التجربة كلها.

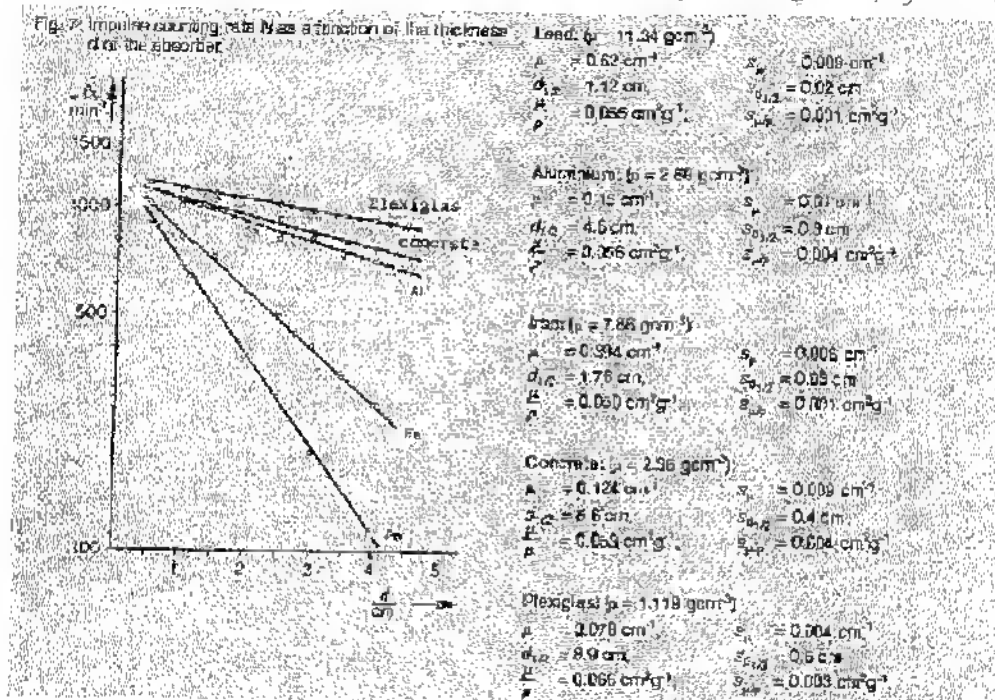
3- استعمل زمن تعداد ثابت (دقيقة واحدة) خلال جميع القياسات .

4- قس التعداد  $N_s$  بدون وجود الصفائح الماصة , ثم ضع أرق صفحة من الألمنيوم بين منبع الإشعاع و نافذة أنبوبة جايغر وقم بقياس التعداد , ثم كرر ذلك من أجل سماكات مختلفة من صفائح الألمنيوم ودون جميع النتائج القياس في الجدول (1) .

اجدول (1)

اسم المادة المقبسة	التعداد (عدة في الدقيقة)	التعداد الصحيح
$x(\text{mm})$	$N_s$	$N = N_s - N_0$
0		
2		
20		

5- أرسم على ورق نصف لوغاريتمي الخط البياني للتعداد الصحيح  $N$  بدلالة سمك الألمنيوم  $x$  واستنتج منه قيمة النخن النصفى  $d_{1/2}$  ثم احسب قيمة معامل الامتصاص الخطي  $\mu$  والكثلي  $\rho$  وقدر الأخطاء المرتكبة كما في الأمثلة التالية :



## التجربة الثالثة عشرة

### تعيين ثابت بلانك

هدف التجربة :

1- إضاح المفعول الكهرضوئي

2- تعيين ثابت بلانك

3- تعيين تابع العمل وطول موجة عتبة الإصدار للمهبط الضوئي

الأجهزة المستعملة

- مصباح طيفي زئبقي بقاعدة تسعة أرجل - ثلاث مرشحات الناعل

- قوابس BNC إلى 4mm مزدوج - أسلاك توصيل - وحدة تغذية للمصابيح الطيفية  
.. خلية ضوئية مع عابقتها - مضخم قياس شامل - مقياس رقمي متعدد المجالات

المبدأ النظري

يتم تعيين ثابت بلانك  $h$  باستعمال خلية ضوئية تستند إلى المفعول الكهرضوئي. وقد جهزت الوحدة بخلية ضوئية تستعمل مهبطاً ضوئياً من كبريت الرصاص PbS. يقاس الجهد ، الذي تؤمنه الخلية الضوئية عندما يسقط عليها ضوء طول موجته معروفة ، مباشرة باستعمال مقياس جهداً ذي مقاومة عالية جداً  $R_i > 10^{13} \Omega$ .

توضع الخلية الضوئية ضمن عبة تحجب عنها الحقول الخيطة بها . وبدخل الضوء عبر أنبوب مختوي مرشحات الناعل . ويمكن إغلاق الفتحة أو فتحها باستعمال الستار المعدني المترلق .

يمكن إزالة الجزء العلوي من العبة ، والذي طبع عليه مخطط الدارة ، عنك بذلك التثبيت . وقد وضعت الخلية الضوئية ضمن أنبوب ذي فتحتين ويقوم الحسر بين الفذجتين بحماية المصعد المركزي من التتبع المباشر وهذا يتم بحجب الإصدار من المصعد .

3- مبدأ القياس

٦٤

عند ورود الضوء على المهبط الضوئي تنطلق الإلكترونات الضوئية نتيجة المفعول الكهرضوئي ، وهذا يتم عندما تكون طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة ارتباط الإلكترون بالمهبط والتي ندعى بنابع العمل  $W_a$  . وتردد الطاقة الحركية للإلكترون المنطلق  $W_k$  مع زيادة طاقة الفوتون الوارد  $hf$

$$W_k = hf - W_a \quad (1)$$

حيث  $h$  هو ثابت بلانك ، و  $f$  هو تواتر الضوء الوارد

تصل الإلكترونات المنطلقة من المهبط إلى المصعد فيزداد فرق الكمون إلى قيمة حثائية  $U_G$  تكون من أجلها الطاقة الحركية  $W_k$  للإلكترون مساوية للطاقة الكهربائية  $e.U_G$

$$W_k = e(U_G)_{\text{حركية}} \quad (2)$$

حيث  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$  هي شحنة الإلكترون

من المعادلة (1) و (2) نجد

$$e.U_G = hf - W_a \quad (3)$$

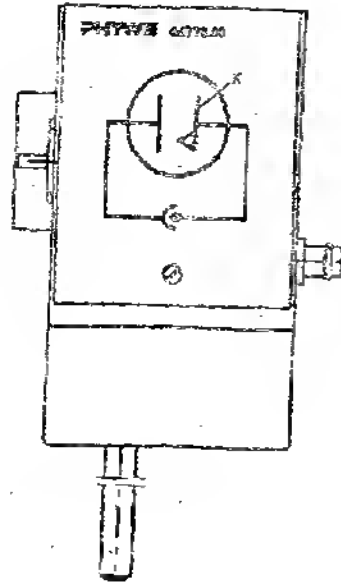
فإذا قيس الجهد  $U_G$  من أجل طولين موجيين فإننا نحصل على الجهولين  $h$  و  $W_a$  من المعادلة (3) . وفي الواقع فإننا نقوم بقياس  $U_G$  عدة مرات ونرسمها كتابع للتواتر  $f$  ونعدل العلاقة (3) لتصبح من الشكل

$$U_G = \frac{h}{e} f - \frac{W_a}{e} \quad (4)$$

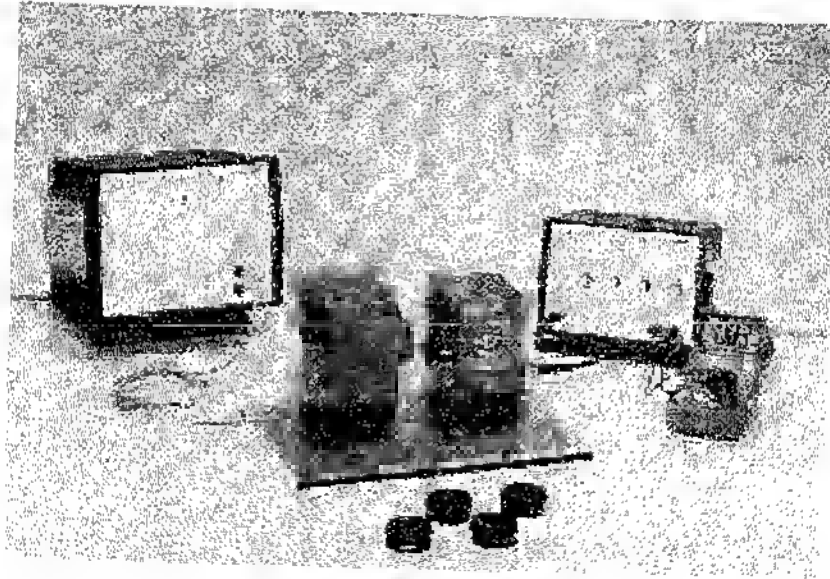
وهي معادلة مستقيمة ميله  $h/e$  .

لا يكون تابع العمل لمهبط كبريت الرصاص  $\text{PbS}$  ثابتاً فهو يتأثر بتقنية تصنيع المهابط الضوئية . وعندما نعين قيمة  $h$  نستطيع حساب قيمة تابع العمل  $W_a$  من تقاطع المستقيم مع محور التواتر فنحصل على ما يسمى تواتر عتبة الإصدار أو طول موجة عتبة الإصدار والتي يكون عندها  $U_G$  مساوياً للصفر وبالتالي  $W_a = hf_{\min} = hc/\lambda_{\max}$

٦٢



الشكل (1) خلية ضوئية لتعيين ثابت بلانك  $h$  مع علبتها



الشكل (2) ترتيب تجربة تعيين ثابت بلانك

#### 4- تنفيذ التجربة

يظهر الشكل (2) ترتيبات التجربة . ويجب تشغيل المصباح الطيفي قبل خمس عشرة دقيقة من بدء تنفيذ القياسات يوضع بعدها على بعد  $2\text{cm}$  تقريباً من المرشح الدائلي الذي يغطي فتحة دخول الضوء . ومن الضروري جداً استعمال مضخم القياس ذي المقاومة العالية  $R_i > 10^{13} \Omega$  والا ستكون القياسات غير صحيحة . يجب اختيار غط التشغيل "electrometer" ومعامل



التضخيم "I" على مضخم القياسات . وبصورة عامة يمكن وصل أي مقياس كمون رقمي أو ذو مؤشر إلى مخرج المضخم .

- أقصر مدخل المضخم بضغطة المفتاح "0"؛ عندما تكون فتحة دخول الضوء للحماية الضوئية مغلقة . وفي أثناء ذلك إجعل قراءة مضخم القياسات مساوية للصفر من خلال التحكم بالمفتاح "0"؛

- افتح الستار المترلق وسجل قيمة الجهد  $U_G$  .

- أغلق الستار المترلق وبدل للرشح وكرر ما سبق على جميع المرشحات الموحدة .

- أرسم المنحني الممثل لقيم  $U_G$  كنابع لقيم  $f$  واحسب قيمة  $h$  من ميل المستقيم مستعملاً العلاقة (4)

- قدر الارتياب في التجربة ؟ علل ؟

## التجربة الرابعة عشرة

### استخدام الثنائي البلوري ذي الوصلة P - N في تقويم التيار المتناوب

الغاية من التجربة

تقويم التيار المتناوب في الحالات التالية :

أ - تقويم نصف الموجة

ب - تقويم نصف الموجة مع الترشيع بواسطة مكثفة

مقدمة نظرية :

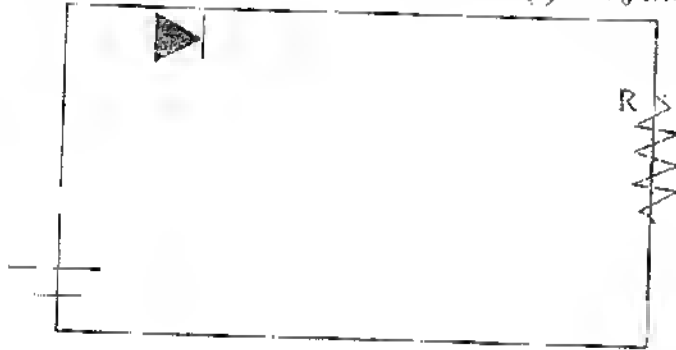
هذا وتشير الخواص المسيرة للثنائي أنه إذا طبقنا على الثنائي توتراً في الاتجاه الأمامي يزيد عن توتر حاجز الكمون  $V_b$  عند الثنائي ناقلاً وأندى مقاومة صغيرة .

أما إذا طبقنا عليه توتراً في الاتجاه العكسي أبدى مقاومة كبيرة ومرّ فيه تيار صغير جداً كما لو أن الدارة مفتوحة .  
يمكن الاستفادة من هذه الخاصية في تقويم التيار المتناوب ، فإذا طبقنا على الثنائي توتراً متناوباً عندنا ناقلاً عندما نكون التوبة موجبة . أما إذا أصبحت التوبة سالبة أصبح الثنائي في حالة تغذية عكسية لذا فهو لا يمرر أي تيار ، أي أنه يوقف تلك التوبة .

تقويم نصف الموجة

لتكن الدارة المبينة في الشكل . يعطين مولد الإشارة توتراً جيئياً من الشكل :

$$V(t) = V_0 \sin \omega t \quad (1)$$



عندما يصبح  $V > V_b$  يتغل الثنائي . تياراً  $I_d$  في نصف التوبة الموجب ويشكل بين طرفي مقاومة الحمل  $R_L$

توتراً آتياً فيمت  $V_f = R_L I_d$  ، أما قيمته الوسطى فهي :

$$\bar{V}_R = R_L \bar{I}_d = \frac{R_L}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_d(\omega t) d(\omega t) \quad (2)$$

فإذا كانت  $R_L > r_d$  : نستطيع أن نكتب بتقريب جيد :

$$V(t) = R_L I_d$$

حيث  $I_d = \frac{V(t)}{R_L}$  من أجل  $0 < t < \pi$

و  $I_d = 0$  من أجل  $\pi < t < 2\pi$

ونستطيع أن نجد بسهولة أن القيمة الوسطية للتيار التقويم هي :

$$\overline{I_d} \approx \frac{V_0 - V_L}{R_L} \quad (3)$$

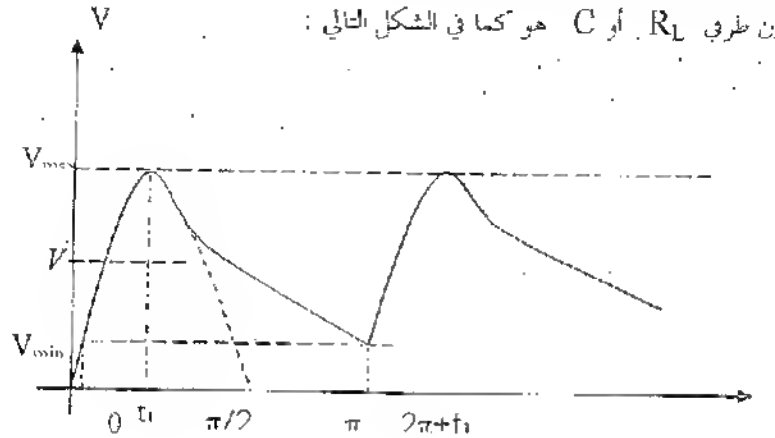
وبالتالي فإن القيمة المتوسطة للتوتر المتشكل بين طرفي الحموله هي :

$$\overline{V_R} = R_L \overline{I_d} = \frac{V_0 - V_L}{\pi} \quad (4)$$

تقوم نصف موجة مع مرشح وسعي

وجدنا في حالة تقوم نصف موجة ، أن التوتر بين طرفي  $R_L$  هو سلسة من أنصاف الموجات الجيبية ( بين 0 و  $\pi$  ) .  
( لصنع الآن بين طرفي الحموله مكثفة سعتها  $C$  ، ولنحاول فهم عمل التريكة الجديدة .

إن توتر الخرج بين طرفي  $R_L$  أو  $C$  هو كما في الشكل التالي :



ويفسر ذلك كمايلي :

في اللحظة ما  $t$  حيث  $t_1 < t < \pi/2$  تكون فسة توتر المنبع اعلى قليلاً من فسة التوتر بين طرفي المكثفة ، ويكون الثاني في حالة انحياز اداامي فتشحن المكثفة عبر مقاومة الثاني الصغيرة جداً  $r_d$  ، ولما كانت الثابتة الزمنية  $r_d C$  صغيرة جداً فإن الشحن يتم خلال فترة زمنية قصيرة تكاد تكون آنية إلى أن يصل شحنة المكثفة إلى قيمتها العظمى  $V_{max} = V_0$  في اللحظة  $t = \pi/2$  .

بدءاً من اللحظة  $t = \pi/2$  يبدأ توتر المنبع بالتناقص فيصبح الثاني في حالة انحياز عكسي ويكون في دور القطع ، فتبدأ المكثفة بالانفراغ عبر المقاومة  $R_L$  ( حيث  $R_L > r_d$  ) بقاءت زمني  $R_L C$  . وبلاحظ أن عمسة التفريغ أبطأ بكثير من عملية الشحن . وتستمر فترة التفريغ حتى اللحظة  $t = 2\pi + t_1$  حيث يصل توتر الخرج  $V$  عندها إلى قيمته الصغرى  $V_{min}$  . وفي هذه اللحظة يصبح توتر المنبع أكبر من توتر الخرج بين طرفي المكثفة أو الحموله من جديد فيعود الثاني إلى النقل من جديد ونبدأ المكثفة بالشحن من جديد . وتكرر العملية السابقة ..... وهكذا نرى أن التوتر بين طرفي المكثفة ، وبالتالي بين طرفي  $R_L$  ، يتغير في جوار قيمة متوسطة  $V$  .

$$2\Delta V = V_{max} - V_{min} \quad \text{إذا رمزنا بـ } 2\Delta V \text{ لفنار تغير الموجة ، أي :}$$

فإننا نجد :

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{2fCR_L} \quad (5)$$

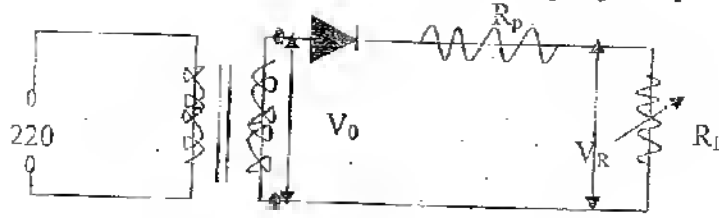
71

حيث  $T$  هو تواتر منبع .

الإجراءات التجريبية

تقوم نصف موجة

1 - حثي التركيب المبين في الشكل التالي :



2 - شاهد النورين  $V_0$  و  $V_R$  على راسم الاهتزاز المبين في راسمهما على ورقة مليمتري واحدة.

3 - فسر ما شاهدته على الراسم .

4 - فسر  $V_0$  على راسم الاهتزاز ، وقس  $\overline{V_R}$  بواسطة مقياس فولط مستمر .

5 - قارن بين قيمة  $\overline{V_R}$  المتيسرة في (4) وبين قيمتها المحسوبة من العلاقة (4) ، وفسر أي اختلاف تلاحظه .

تقوم موجة كاملة مع مرشح

1 - ارجع إلى التركيب السابق المبين في الشكل (8-13) وضع بين طرفي مقاومة الحسولة مكثفة

2 - أعد الطلبات 2 ، 3 ، 4 ، 5 : الواردة في الفقرة السابقة .

3 - قارن بين النتائج التي حصلت عليها من التركيبين المذكورين وفسر ما تلاحظه

٧٢